

L'énergie n'est pas le problème

Par François Bugeon

Les politiques énergétiques sont toutes basées sur les mêmes exigences, de développement des filières limitant la dépendance par rapport aux importations, de diversification des fournisseurs, de capacité à se constituer des stocks et de rationalisation de la consommation. Et pour répondre à ces contraintes, les sociétés modernes développent une extraordinaire inventivité en matière de moyens de production d'énergie. Mais sommes-nous si sûrs que les solutions les plus durables et les plus respectueuses de l'environnement pour produire de l'énergie soient politiquement neutres ? La véritable question est-elle vraiment celle de la production d'énergie? L'a-t-elle jamais été d'ailleurs ?

On peut dresser la liste des différentes énergies à notre portée selon qu'elles produisent ou non des gaz à effet de serre. D'un côté la liste est courte: Les énergies fossiles (*tourbe, houille, lignite, pétrole et gaz naturel*). De l'autre, elle est nettement plus longue: Biomasse (*ancestrale avec le bois puis de 1^{ère}, 2^e et 3^e générations¹*); Énergie éolienne; Énergie hydrodynamique (*moulins, barrages hydroélectriques, microcentrales au fil de l'eau, et hydroliennes utilisant les courants marins comme les éoliennes utilisent les courants atmosphériques*); Fission nucléaire (*à neutrons thermiques ou à neutrons rapides*); Énergie solaire (*photovoltaïque ou thermique*) ; Énergie géothermique; Énergie des vagues et de la houle; Énergie thermique des mers; Énergie extraite des gradients de températures atmosphérique (*tours solaires de hauteur kilométrique*); Fusion nucléaire (*par confinement magnétique ou bien inertielle par laser ou par striction axiale*). Et cette liste est forcément incomplète²...

1 La 1^{ère} génération utilise les cultures alimentaires pour produire des bioéthanol ou des biodiesels, la 2^e utilise des végétaux non alimentaires et la 3^e génération des végétaux ou des algues spécialement développés à cet effet.

2 On peut aussi changer de point de vue et considérer qu'il n'y a que deux sources d'énergies primaires: La fission et la fusion nucléaire. La fission nucléaire, que l'homme utilise un peu dans ses centrales, est surtout la source d'énergie qui réchauffe suffisamment le magma sous nos pieds pour le faire fondre et permettre aux volcans de cracher les gaz dont notre atmosphère est issue. Accessoirement, sans cette chaleur d'origine fissile, pas de géothermie, mais pas non plus de tectonique des plaques, pas de charbon, de gaz et de pétrole, créés par les grandes pressions et les hautes températures régnant dans les profondeurs de l'écorce terrestre. La fusion nucléaire fait briller notre soleil, elle est par conséquent responsable de toutes les autres formes d'énergie. Sans Soleil, pas de piles photovoltaïque et pas de chauffage solaire, mais surtout pas de vie, pas de biomasse et donc, pas de pétrole, ni de charbon; sans lui pas de vent et pas d'éolienne, pas de courants marins le long de nos côtes, pas d'évaporation et pas de pluie, pas de lacs ni de fleuves pour alimenter les centrales hydroélectrique.

Fabriquer de l'énergie sera toujours possible et coûtera toujours plus cher que le pétrole à bas coût qui a permis l'essor des sociétés industrielles. Mais rien ne remplacera sa facilité de transport et de stockage. Car l'énergie n'est pas une chose en soi. L'énergie dont nous parlons communément, correspond souvent à ses vecteurs, c'est-à-dire la façon dont elle a été stockée (solide, liquide, gazeuse ou électrique) puis transportée de son lieu de production à son lieu de consommation. Dans la liste des énergies sans dégagement de gaz à effet de serre qui précède, seule la biomasse peut se présenter sous diverses apparences, solide avec le bois que l'on brûle, gazeuse avec le méthane, ou liquide avec les di-esters, l'éthanol ou le méthanol. Et le fait que toutes les autres sources d'énergies de cette liste produisent uniquement de l'électricité n'est pas sans conséquences.

Peu importe dira-t-on, l'électricité est un vecteur qui permet le transport d'énergie en grande quantité à un coût relativement faible, et elle peut facilement être transformée en mouvement, chaleur, lumière, ou informations.

Certes, mais on ne connaît encore aucun moyen efficace pour assurer son stockage en grande quantité³. Et la qualité du stockage est une question essentielle lorsqu'on parle d'énergie. C'est même la capacité du pétrole à être aisément transporté et stocké qui a permis son essor dans l'automobile et dans l'industrie.

Pire, lorsqu'on parle d'électricité, son transport pose lui aussi problème. Les grandes distances ne sont envisageables qu'avec des lignes en très haute tension. En France ces lignes THT transportent les électrons sous une tension de 400 000 volts, ce qui ne permet guère de dépasser une distance de 250 km sans que les pertes ne deviennent trop importantes. La société nationale de transport d'électricité RTE estime que ses pertes sur ces lignes hautes tension sont de l'ordre de 2,6%. Selon d'autres acteurs de l'énergie française, la perte globale sur le réseau est de l'ordre de 8%.

C'est pour cette raison que les unités de production massive d'électricité ne peuvent être bien loin des centres de consommation. C'est pour cette raison aussi que l'électricité n'est pas un vecteur adapté aux régions dépourvues d'infrastructures ou incapables d'en créer pour des raisons économiques ou géographiques. C'est parce que nous vivons dans la forte densité démographique Européenne, et que nous sommes occidentaux, que l'électricité nous semble le vecteur énergétique unique évident, mais cela est moins vrai pour l'Amérique du Nord ou du Sud.

Par ailleurs, le fait de ne pouvoir stocker l'électricité est un véritable problème pour des productions intermittentes ou des consommations discontinues. C'est pour cette raison que le nombre de centrales nucléaires françaises a été dimensionné selon la consommation maximale de notre pays telle qu'on l'imaginait dans les années soixante-dix. En effet, un réacteur nucléaire ne se module pas aisément, en réalité on l'amène un régime de croisière et on l'y tient plus ou moins jusqu'à ce qu'on change son combustible. Les centrales au gaz qui restent en France trouvent leur véritable justification en cas de pic de consommation. Et les éoliennes comme les panneaux photovoltaïques sont avant tout des casse-têtes pour les responsables du transport électrique. Ils doivent trouver en temps réel un débouché nouveau si ces productions intermittentes injectent leur courant sur le réseau, tandis qu'à l'inverse il ne peut compter sur elles lorsqu'un pic de consommation apparaît durant une journée brumeuse et calme d'hiver.

Pour cette raison, une montée en puissance des énergies renouvelables intermittentes signifie un maillage du territoire européen encore plus dense et contrôlé qu'auparavant. Elle signifie une homogénéisation complète des réseaux et une politique d'interdépendance accrue entre les pays Européens entre eux ou leurs voisins. Cela n'est pas négatif, on peut concevoir qu'il s'agit là d'une assurance supplémentaire contre l'effondrement des réseaux électriques, à la suite d'incidents locaux ou d'aléas climatiques (la tempête de 1999, les grands froids), qui entraînent déjà des milliards d'Euros de pertes pour nos économies. C'est sans doute pour cela

3 Hormis quelques solutions anecdotiques de remplissage de réservoirs de barrages hydrauliques, et celle du stockage de courant dans des boucles de supraconducteur qui reste encore du domaine théorique.

que l'Europe s'est engagée dans une étude sur le développement de ses infrastructures électriques en 2003, année du blackout qui toucha le nord-ouest des USA en août pendant une journée. Mais cela n'empêcha pas l'incident du 4 novembre 2006 qui a affecté quasiment l'ensemble du réseau européen continental, de la Pologne jusqu'à l'Espagne et même au Maghreb.

Le transport électrique est efficace, mais il réclame une forte capacité de contrôle et planification sur le long terme. Et si demain nous produisons de l'énergie en grande majorité sous forme électrique, cette capacité de contrôle et cette planification devront être considérablement renforcées.

En dehors de l'électricité, l'hydrogène est sans doute le vecteur énergétique le plus popularisé, et celui pour lequel les recherches et développements sont les plus avancés. Dans ce cas, il ne s'agit pas de le brûler mais de produire de l'électricité grâce à lui, puisque la mise en présence d'hydrogène et d'oxygène permet, dans certaines conditions, de produire un courant électrique. Les appareils qui réalisent cette opération sont les piles à combustible. Selon leur technologie, elles peuvent correspondre aux besoins d'une production d'électricité pour les groupes d'habitation ou bien être utilisées par des véhicules électriques⁴.

Le problème du gaz hydrogène est qu'il contient peu d'énergie par unité de volume, plus 3 fois moins que le gaz naturel. De fait, il sera toujours plus facile de transporter l'hydrogène dans des gazoducs si l'on veut généraliser ce vecteur énergétique. À l'heure actuelle, 1500 km de gazoduc d'hydrogène sont déjà installés en Europe du Nord pour les besoins de l'industrie.

La réalisation d'un gazoduc destiné à l'hydrogène coûte deux fois plus cher que ceux mis en place pour le gaz naturel. Mais, à la différence de l'électricité, on peut ainsi transporter l'hydrogène sans problème sur des milliers de kilomètres. Et mieux encore, on peut profiter de la faible densité de ce gaz pour le compresser et utiliser ainsi les gazoducs comme moyen de stockage.

Dans les scénarios de production d'énergie à partir de sources non fossiles, seule la biomasse pourrait être une source d'hydrogène (en dehors de la photochimie et de la thermochimie solaire encore à l'état d'étude). Toutes les autres sources que nous avons vu tout à l'heure, y compris la fission et la fusion nucléaire, produisent de l'électricité avec les défauts que l'ont sait. Néanmoins, il est toujours possible de produire de l'hydrogène par électrolyse en décomposant l'eau. Mais dans ce cas, le rendement est nettement inférieur à une production d'hydrogène à partir de biomasse, de gaz, de pétrole, ou de charbon.

Pourtant l'électrolyse de l'eau peut se faire n'importe où, la technologie mise en œuvre est simple et tout à fait indépendante de la source d'électricité. Il suffit d'un tuyau pour amener l'eau et d'un autre pour transporter l'hydrogène. Pourquoi alors s'en priver ? Tout simplement, parce qu'en tenant compte des toutes les pertes introduites par les différentes conversions (*électricité produisant de l'hydrogène, transport, stockage, puis l'hydrogène produisant de l'électricité*), on ne récupère que 30 à 40% de l'énergie de départ.

Faudrait-il accepter de "gâcher" 60 à 70 % de l'énergie que nous aurons produite ? Il y a là certainement beaucoup à réfléchir. C'est parce que nous considérons que ce problème de coût est indépassable que les sociétés occidentales n'arrivent pas à dégager des politiques énergétiques qui ne soit majoritairement basées sur des productions centralisées d'électricité en grande quantité (avec du charbon, la fission nucléaire, et demain la fusion).

⁴ Bien qu'on en parle beaucoup, rien ne prouve que les piles à combustible alimentées en hydrogène remplacent un jour le carburant dans les automobiles. Même compressé à 700 atmosphères, un litre d'hydrogène transporte 20 fois moins d'énergie qu'un litre d'essence et cette compression aura coûté 10% de son énergie. On peut améliorer ce point en le liquéfiant, il ne transporte alors plus que 5 fois moins d'énergie par litre que l'essence, mais il aura fallu consommer plus de 30% de son énergie pour y arriver. A cet aspect négatif, s'ajoutent sa faible acceptabilité par le public qui le perçoit avant tout comme explosif, et le fait qu'un trop grand nombre de fuites pourrait modifier la chimie des hautes couches de l'atmosphère. C'est pourquoi certains experts comme Jean Syrota considèrent que l'hydrogène n'a pas grand avenir dans l'automobile et vont jusqu'à recommander la fin de l'intervention publique dans ce domaine.

Mais il faut bien admettre qu'il s'agit d'un point de vue comptable qui ne prend pas en compte l'*utilité* du vecteur. En effet, le transport sur de très longue distance permet d'accepter que la production énergétique soit située à de milliers de kilomètres des lieux de consommation. L'adaptation au stockage permet de dimensionner les moyens de productions indépendamment des pics de production.

Par exemple, il suffirait en théorie de couvrir 5% de la surface des déserts terrestres de panneaux photovoltaïques de technologie actuelle pour subvenir aux besoins énergétiques de la consommation mondiale. Mais cette affirmation n'a aucune valeur si cette énergie est gardée sous la forme de courant électrique, non stockable la nuit et intransportable loin de ces déserts (à moins de décider d'y déplacer toute la population humaine).

En supposant que nous ayons recours à une électrolyse de l'eau, il faudrait faire un peu mieux que doubler ou tripler cette surface de désert couvert pour subvenir aux besoins de l'humanité. Une telle surface est énorme certes, et toute théorique, mais l'énergie produite serait par contre disponible pour tous sur la planète de jour comme de nuit.

Une vectorisation massive de l'énergie par l'hydrogène permettrait l'émergence d'un véritable marché international de l'énergie auquel tous les états pourraient participer indépendamment des ressources de leur sous-sol, de la nature de leur environnement, ou bien de leur niveau technologique. Même s'il ne s'agit pas de décréter ici que l'hydrogène est le grand vecteur énergétique de l'avenir, il est le seul qui puisse s'étendre sur des distances de plusieurs dizaines de milliers de kilomètres. Ce qui équivaut à la mise en place d'un commerce mondial de l'énergie renouvelable.

En vérité, la facilité des points de vues technocratiques ou comptables s'est trop longtemps imposée lorsque nous avons eu à réfléchir aux problèmes énergétiques. Le véritable problème, en ce sens qu'il résulte de choix politiques et en imposent d'autres, ne concerne pas tant les moyens de production de l'énergie que sa vectorisation.

En continuant à penser la production énergétique selon des règles comptables adaptées à la comparaison avec les énergies fossiles, on ne peut que privilégier abusivement le vecteur électricité, et de ce fait, privilégier des productions d'énergie centralisée. Ce type de raisonnement, conduit à renforcer la centralisation de la gestion du transport énergétique, puisque l'interdépendance des états à la fourniture électrique ne peut être garantie que par un contrôle accru des réseaux. Il est troublant dans ce contexte, que les sociétés chargées de ce transport ne fassent l'objet d'aucun questionnement politique (ou si peu), alors leur statut est loin d'être anodin⁵.

Et surtout, nous devons avoir à l'esprit qu'il nous faudra bien un jour ou l'autre choisir un vecteur énergétique commun autre que le pétrole qui soit adapté à un commerce mondial. Et parce qu'il nous faudra choisir, nous devons dès aujourd'hui promouvoir un débat de société comparable à ceux qui sont tenus au sujet de la production d'énergie nucléaire, fossile ou renouvelable. Ce débat engagera des visions de nos sociétés sur le moyen et long terme et il supposera d'envisager des investissements à l'échelon continental ou planétaire. C'est-à-dire, les niveaux de décision pour lesquels la pensée libérale s'est toujours révélée totalement inefficace.

Le temps est sans aucun doute venu de considérer que la vectorisation de l'énergie est une composante, aussi nouvelle qu'incontournable, des choix de société.

⁵ En France, **RTE**, gestionnaire du réseau de transport d'électricité a créé le 1er juillet 2000, sous la forme d'un service indépendant sur le plan financier, managérial et comptable au sein d'EDF. En application de la loi du 9 août 2004 qui transpose en droit français la directive européenne du 26 juin 2003 relative au service public de l'électricité et du gaz et des industries électriques et gazières, depuis le 1er septembre 2005 RTE est devenue une société anonyme à capitaux publics, filiale du groupe EDF.

Son équivalent pour le gaz est **GRTgaz** société anonyme créée le 1er janvier 2005 en application de la loi du 9 août 2004. GRTgaz est une filiale du groupe GDF SUEZ.

Quelques références:

- **World Energy Outlook 2006** - IEA PUBLICATIONS – 2006 (<http://www.iea.org>)
- **Approvisionnement électrique : l'Europe sous tension** - Rapport d'information du sénat de MM. Michel BILLOUT, Marcel DENEUX et Jean-Marc PASTOR – juin 2007.
en ligne : <http://www.senat.fr/noticerap/2006/r06-357-1-notice.html>
- **Rapport sur l'apport de nouvelles technologies dans l'enfouissement des lignes électriques à haute et très haute tension** par Christian Kert, Député - Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - décembre 2001.
en ligne : <http://www.assemblee-nationale.fr/11/rap-off/i3477.asp>
- **Prévision des pertes électriques sur le réseau THT et HT français** - Olivier Quiquempoix, Stéphane Fliscounakis, Eric Bourgade, RTE,
En ligne http://www.rte-france.com/htm/fr/vie/telecharge/CIGRE2004_article_pertes_fr.pdf
- **Perspectives concernant le véhicule grand public d'ici 2030.** - travaux dirigés par Jean Syrota - Centre d'analyse stratégique - 28 septembre 2008.
en ligne, consultable sur le site du journal "Le point" :
<http://www.lepoint2.com/sons/pdf/rapport-syrota-voiture-electrique.pdf>
- **Hydrogène Energie de demain ?** par J-M. Agator, J. Chéron, C. Ngô, G. Trap - Ommiscience éditeur – 2008
- **L'hydrogène, les nouvelles technologies de l'énergie** - Clefs CEA n°50/51- hiver 2004-2005
en ligne : http://www.cea.fr/technologies/l_hydrogene_les_nouvelles_technologies_de_l_ene
- la revue La jaune et la rouge / **energie et environnement** - septembre 2004
en ligne : <http://www.x-environnement.org/jr/JR04/index.htm>
- Le site de l'**Association Française de l'Hydrogène** : <http://www.afh2.org>
- le site du **centre d'analyse stratégique** <http://www.strategie.gouv.fr/>
- le site de la revue **Energie plus** : <http://www.energie-plus.com/>
- le site <http://resosol.org/>