



Contribution d'Hervé GUEVEL

rvguevel@free.fr

Transition énergétique : analysons quelques données

Les informations sur la nécessaire transition énergétique diffusées par certains médias, sûrement influencés par les différents lobbies, me semblent bien approximatives, trompeuses et même parfois inexactes. Je souhaite donc apporter ici, dans le cadre du débat qui vient d'être lancé, des éléments chiffrés (et « sourcés ») pour corriger certaines idées reçues. Le sujet est important, voire grave et mérite sûrement un peu plus de rigueur. Je n'ai pas la prétention, évidemment, de détenir la vérité mais j'espère pouvoir, par cette analyse, par ces quelques chiffres et graphiques, y contribuer modestement.

Avant toute chose, je propose de définir ainsi le sujet :

La transition énergétique a pour objectif, entre autre, le remplacement à terme des ressources non-renouvelables carbonées (pétrole, charbon, gaz) par les ressources naturelles et renouvelables (soleil, vent, hydraulique,...). Elle contribuera ainsi à réduire les émissions de gaz à effet de serre comme le CO2, en partie responsable du réchauffement climatique.

Et si il faut effectivement réduire les émissions de CO2, il faut surtout remplacer les énergies fossiles, tout simplement parce que ces dernières sont bien en voie d'extinction ! Le fameux « peak-oil » concernant les gisements traditionnels est maintenant passé et il ne s'agit pas de faire du catastrophisme exagéré mais bien de se préparer à certains changements dans notre vie (le peak-oil désigne le moment où la production mondiale de pétrole (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Petrole>) plafonne avant de commencer à décliner du fait de l'épuisement des réserves (http://fr.wikipedia.org/wiki/Reserve_petroliere) exploitables. Cette notion de pic pétrolier est maintenant couramment admise concernant les ressources traditionnelles).

Pourtant me direz-vous, les multinationales pétrolières ont bien découvert récemment de nouveaux gisements en Guyane, en Afrique, au Brésil, en Arctique,... Effectivement, mais indépendamment des fortes contraintes pour l'extraction (qui risquent d'être rédhibitoires), il ne s'agit là que de réserves modestes comparées aux gisements développés dans les années 60/70.

Pourquoi y a t-il urgence ?

« Bon, admettons que les réserves baissent... la pénurie ne va pas arriver brutalement, nous avons encore le temps. »

Oui nous aurons encore du pétrole et du gaz pour de nombreuses années mais à quel prix ? La demande des pays émergents va considérablement augmenter compte tenu du potentiel de développement de ces pays. Et une demande toujours plus forte pour une offre qui va progressivement baisser entraînera, inéluctablement, une hausse des prix de ces énergies. Au point de devenir insupportable pour le maintien de notre « confort » actuel : déplacement, chauffage, alimentation, loisirs, matériaux, outils, cosmétiques, pharmacie... et de notre Economie.

Prenons trois minutes de réflexion pour trouver un produit d'utilisation ou de consommation courante qui ne soit pas lié, aujourd'hui, à ces énergies fossiles, au premier rang desquelles, le pétrole. Top chrono.... Alors... ?

Il faut donc se préparer à cette nouvelle donne. Non ! pas pour nous, évidemment, mais pour notre descendance car c'est elle qui va se trouver confrontée au problème, dans 20 ans ? 40 ans ? 60 ans ? Peu importe l'échéance réelle, elle est là devant nous et bien là. L'être humain a toujours été égoïste faisant de l'adage « après nous, la fin du Monde » son mode de vie. Pourrions-nous, pour une fois, être un peu plus collectif ?

Pourquoi notre confort actuel risque-t-il d'être altéré ?

Revenons un instant sur la question posée ci-dessus. Avez-vous trouvé ? A mon avis pas grand-chose. Peut-être les carottes de votre jardin sous réserve encore qu'aucun produit n'ait été utilisé pour les obtenir (désherbant, engrais, anti-limace,...). Faisons un petit inventaire rapide :

Les déplacements demandent du pétrole et du gaz : il ne s'agit pas là du trajet domicile-travail bien évidemment mais du transport de marchandises pour les entreprises comme pour les particuliers, des déplacements professionnels, des visites à la famille, des voyages (et donc des vacances)...

Le chauffage demande du fuel, du gaz pour l'habitat, les bureaux, les serres agricoles ...

L'alimentation industrielle fait appel au pétrole et au gaz : cuisson des plats préparés, congélation, stérilisation, fabrication des emballages (et des suremballages), des additifs, des colorants,...

Pour les loisirs constatons l'utilisation du pétrole dans la fabrication des accessoires et vêtements de sport (plastiques-synthétiques) et parfois dans leur pratique (sports mécaniques).

Les matériaux, aciers-ciments-plastiques, nécessitent d'être chauffés et transformés avec l'apport d'importantes quantités d'énergies, d'origine fossile le plus souvent.

Et que dire des produits pharmaceutiques et des cosmétiques, même ceux fabriqués chez Yves Rocher...

Notre vie de tous les jours est indiscutablement et complètement liée à ces ressources non-renouvelables et leur disparition programmée va nécessiter de revoir entièrement notre façon de vivre, de consommer et probablement d'abandonner une « certaine » qualité de vie.

Comment pouvons-nous remplacer ces énergies fossiles ?

Nous sommes maintenant tous convaincus (je l'espère) qu'il va donc falloir remplacer, progressivement mais obligatoirement, ces ressources d'origine fossile par une autre source. Et il n'y en a pas cinquante, mais une seule, l'énergie électrique. La fée électricité que chacun d'entre nous utilise déjà avec plus ou moins de parcimonie ou de gaspillage (j'occulte volontairement l'énergie musculaire).

Petit rappel important : **MW** unité de puissance, à différencier du **MWH** unité de production

1 MW – Mégawatt (MWH) = 1 000 KW (KWH)

1 GW – Gigawatt (GWH) = 1 000 MW (MWH) = 1 000 000 KW (KWH)

1 TW – Téra watt (TWH) = 1 000 GW (GWH)

Aujourd'hui l'électricité dont nous disposons en France est essentiellement produite par nos centrales nucléaires (à 76 %) puis par nos centrales à combustibles fossiles (10,1 % - charbon, fuel, gaz), par nos centrales hydrauliques (barrages - 9,7 %) et par quelques installations complémentaires (4,2 % - solaire-éolien-géothermie). Elle est utilisée pour l'agriculture, l'industrie, le résidentiel, le tertiaire et un peu (vraiment un peu) pour le transport ferroviaire.

Mais cette consommation électrique concerne au final moins de la moitié de notre consommation totale d'énergie (116,8 pour 266,4 tableau ci-dessous). Autrement dit, nous serons dans l'obligation de produire 50, 60, 80 % d'électricité supplémentaire pour couvrir nos besoins énergétiques, partant du principe que les transports de marchandises (terre, air et mer) se feront, pour longtemps encore, avec des carburants fossiles, si cela est encore possible... économiquement.

Sans oublier, si la démographie de notre pays se maintient, ce qui serait souhaitable, une hausse de la population française de l'ordre de 10 millions en 2050. Et autant de besoins énergétiques à pourvoir....

Note – Remarquons au passage que l'électricité réellement utilisée par les consommateurs (consommation finale énergétique qui arrive aux compteurs) ne représente que 32 % de notre consommation totale d'électricité et 14 % de notre consommation totale d'énergie. Et que le nucléaire n'en produit que 76 %.

En millions de TEP (tonnes équivalent pétrole)	2011 (données provisoires)					
	Charbon	Pétrole	Gaz	Électricité (1)	EnR (2)	Total
Consommation de la branche énergie	4,2	4,9	6,7	79,7	2,8	98,3
Consommation finale énergétique	5,6	66,5	32	37,1	14,4	155,6
Dont agriculture, industrie et sidérurgie	5,3	8,5	10	11,1	2,2	37
Dont résidentiel, tertiaire	0,3	11,6	21,9	25	9,7	68,6
Dont transports (4)		46,5	0,1	1,1	2,4	50
Consommation finale non énergétique	0,1	11,1	1,4	///	///	12,6
Total consommation Energies Fossiles	9,9	82,5	40,1			(132,5)
Consommation totale d'énergie primaire	9,9	82,6	40,1	116,8	17,1	266,4

(1) : nucléaire, hydraulique, éolien et photovoltaïque.

(2) : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique, pompes à chaleur...)

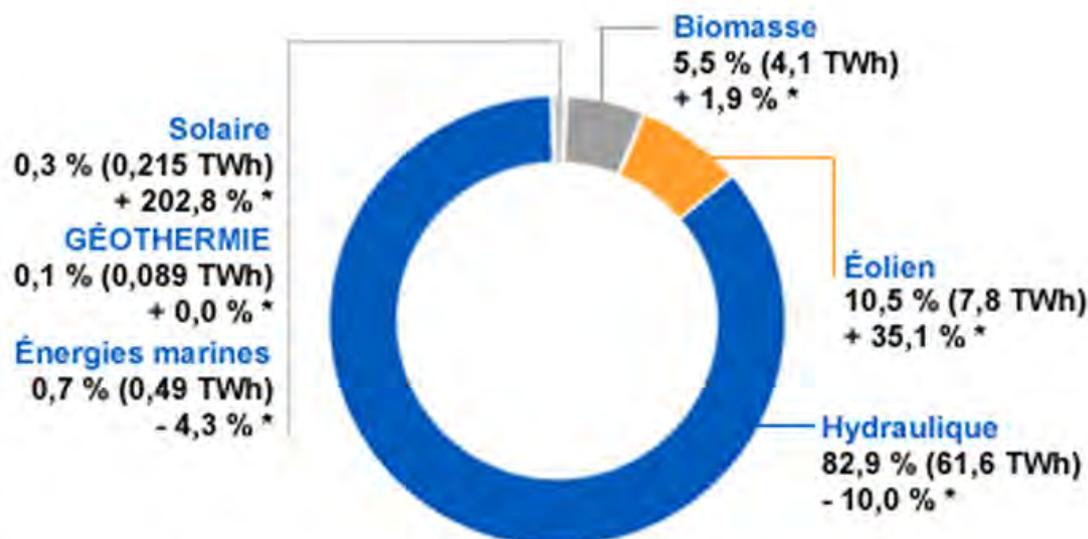
(4) : hors soutes maritimes internationales (carburant pour la propulsion des navires)

source INSEE - Bilan énergétique de la France en 2011

Quel que soit le pourcentage réel qui sera nécessaire, l'important est d'admettre qu'il faudra bien produire plus d'électricité. Mais par quel(s) moyen(s) ? Nombreux sont ceux qui vont répondre « le nucléaire ça suffit » et prôner le développement des énergies douces et renouvelables. Ce serait effectivement l'idéal. Mais est-ce bien réalisable ? Voyons ce qu'il en est.

Pourquoi les énergies renouvelables seront-elles insuffisantes ?

Les principales sources d'énergies renouvelables potentielles sont : l'hydraulique, l'éolien, le solaire, la géothermie, les courants marins et avec quelques réserves, la biomasse en développement constant mais dont le bilan carbone n'est pas forcément neutre. Ci-dessous les « parts de marchés » de chacune, pour la France.



production française d'électricité d'origine renouvelable en 2009

* par rapport à 2008

(Observ'ER/EDF - Douzième inventaire, 2010 - chiffres de production 2009)

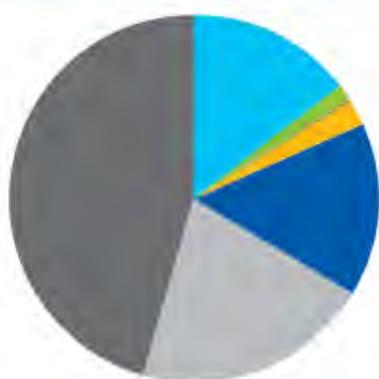
© EDF

Concernant l'hydraulique, les possibilités d'extensions significatives en terme de production, sont très limitées et les 12 à 13 % obtenus aujourd'hui par nos barrages auront du mal à évoluer. La géothermie et les énergies marines restent insignifiantes et leur développement restera limité. La biomasse se développe régulièrement mais est confrontée à trois soucis : le transport de la matière sur les lieux de transformation, le risque, non négligeable, de déforestation importante et les émissions de CO2 lors de sa combustion. Une utilisation à l'échelle industrielle semble donc compromise. Restent les deux dernières sources les plus souvent évoquées, le solaire et l'éolien.

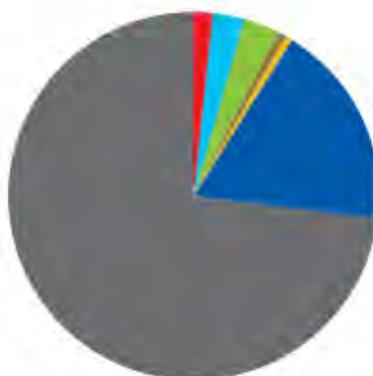
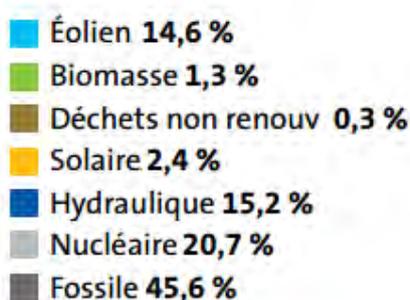
L'énergie solaire est, comme on le voit ci-dessus, en plein développement mais ne représente encore qu'une infime partie de notre production. Peut-elle évoluer ?

Notre pays n'est pas forcément le plus apte à développer cette énergie et nous pouvons d'ailleurs constater que nos voisins du sud, malgré leur potentiel, produisent encore peu (voir très peu) d'électricité à partir du solaire. Seule l'Espagne comme nous le verrons fait des efforts.

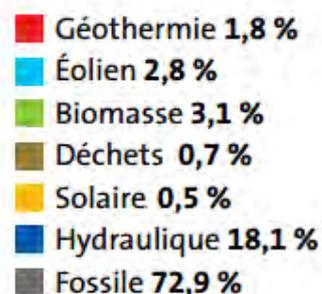
Structure de la production d'électricité – 2010



Espagne



Italie



Portugal : Solaire 0,5 %

Grèce : Solaire 0,3 %

source: <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/>

Examinons le cas de l'Allemagne qui possède le premier parc de panneaux solaires photovoltaïques en Europe avec près de 25 GW (1 GigaWatt = 1 000 MW) de puissance installée en 2012 (c'est énorme)

Un petit tableau valant mieux qu'un grand discours, voici les chiffres de l'année 2010.

Pays	capacité de production installée MW	nbre d'heures sur une année	potentiel annuel de production MWH	production réelle MWH	Rendement annuel
Allemagne	17 370	8 760	152 161 200	11 683 000	7,68%

Source : 11ème bilan EurObservER - édition 2011 - <http://www.eurobserv-er.org/pdf/barobilan11.pdf>

Les installations photovoltaïques allemandes, correspondant à environ 20 réacteurs nucléaires « standard » (et non « centrales » comme il a été écrit dans des grands journaux nationaux), ont produit de l'électricité pendant moins d'un mois sur l'année 2010 (28 jours). Cela laisse perplexe.

Et l'information parue en mai 2012 selon laquelle le photovoltaïque allemand avait fourni 50 % de la consommation du pays, un samedi, est une supercherie puisque cela n'a été vrai que quelques heures dans des conditions particulières de très faible demande.

Après l'Allemagne, pour les quatre pays européens suivants, voyons les chiffres :

Pays	capacité de production installée MW	nbre d'heures sur une année	potentiel annuel de production MWH	production réelle MWH	Rendement annuel
Espagne	3 916	8 760	34 304 160	6 412 000	18,69%
Italie	3 478	8 760	30 467 280	1 905 000	6,25%
Rep. Tchèque	1 959	8 760	17 160 840	616 000	3,59%
France	1 054	8 760	9 233 040	677 000	7,33%

Source : 11ème bilan EurObserv'ER - édition 2011 - <http://www.eurobserv-er.org/pdf/barobilan11.pdf>

Autant dire que la rentabilité est loin d'être au rendez-vous ! Et les statistiques de 2012 ne devraient pas changer fondamentalement ces résultats.

Pour l'année 2011, de nombreux projets ont été lancés en Espagne avec des installations solaires héliothermodynamique (assimilable au solaire thermique) et elle prévoit en 2012 une puissance installée de l'ordre de 1 630 MW soit l'équivalent d'un réacteur de centrale nucléaire EPR. Le rendement sera sûrement bien supérieur au photovoltaïque (car le système prévoit une forme de stockage d'énergie la nuit) mais encore inférieur à un réacteur nucléaire qui peut produire 80 % du temps. De plus ces installations demandent une surface au sol importante et de très gros investissements.

Quant au projet Desertec, dont certains ont peut-être entendu parler, sous réserve qu'il soit techniquement et financièrement réalisable, il reste très aléatoire compte tenu des nouvelles tensions en Afrique du Nord et Moyen-Orient et surtout ne résoudra en rien la dépendance énergétique de l'Europe (toutes les infos sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Projet_Desertec et <http://www.desertec.org>)



Et pour l'éolien alors ? Qu'en est-il ?

Pays	capacité de production installée MW	nbre d'heures sur une année	potentiel annuel de production MWH	production réelle MWH	Rendement annuel
Allemagne	27 215	8 760	238 403 400	37 800 000	15,86%
Espagne	20 760	8 760	181 857 600	44 200 000	24,30%
France	6 080	8 760	53 260 800	10 000 000	18,78%
Italie	5 815	8 760	50 939 400	9 100 000	17,86%
Grande-Bretagne	5 378	8 760	47 111 280	10 200 000	21,65%
Danemark	3 800	8 760	33 288 000	7 800 000	23,43%

Source : 11ème bilan EurObserv'ER - édition 2011 - <http://www.eurobserv-er.org/pdf/barobilan11.pdf>

Il faut savoir que l'année 2010 a été peu ventée surtout en Europe du nord. Mais ce tableau confirme bien que l'énergie issue du vent ne peut être produite que 25% de l'année (Terre + Mer)

N'oublions pas d'autre part que ces énergies sont toujours subventionnées avec le rachat par EDF de l'électricité produite à des prix supérieurs au tarif réglementé (mais c'est aussi vrai dans les autres pays). La conséquence est un coût de revient de ces deux sources d'énergie très important qui sera probablement difficilement acceptable pour les consommateurs et malgré tout nécessaire dans un éventuel mix énergétique.

Au sujet de ces coûts, nous pouvons d'ailleurs évoquer les 4 projets d'éoliens offshore (350 éoliennes de 6 MW et un budget estimé de 10 Md d'€) qui ont fait l'objet en avril 2012 d'attribution à deux groupements industriels : EDF / Alstom / Dong Energy et Iberdrola / Areva / Technip. (raccordement au réseau prévu en 2018)

Un article des Echos du 26/04/2012 nous alerte sur la mise en œuvre de ces projets :

«Selon la formule de l'appel d'offres français, les fournisseurs sélectionnés pourront procéder durant de long mois (18) à des diligences détaillées pour confirmer les paramètres de leurs offres, et donc renoncer en tant que de besoins si les autorités publiques françaises, découvrant l'ampleur du désastre économique probable pour la collectivité nationale, modifient les conditions d'appel d'offres.... » (Extrait d'un article relevé sur le site « les Echos » du 26/04/2012).

C'est donc en octobre 2013 (!) que nous saurons effectivement si ces projets seront menés à leur terme ou sous quelles conditions tarifaires. Il y aura peut-être des surprises.

Car, le grand perdant de cet appel d'offres est le groupement GDF Suez/Vinci/Siemens/Caisse des Dépôts. Son projet a été retoqué en raison d'un prix de rachat de l'électricité jugé trop élevé par le Ministère et pourtant jugé nécessaire par le patron de GDF pour rentabiliser l'investissement.

Un deuxième appel d'offre doit être lancé avant la fin de l'année 2012 pour une puissance de 1300 MW. L'objectif d'atteindre une capacité totale de 6.000 mégawatts dans l'éolien en mer en 2020 (fixé par le gouvernement précédent) semble compromis. D'autre part ces champs éoliens occupent des surfaces maritimes importantes et ne peuvent être installés n'importe où.

Alors, après ce tour d'horizon, que reste t-il ? Bon sang mais c'est bien sûr : L'électricité d'origine....nucléaire !

Pourquoi l'électricité d'origine nucléaire sera maintenue et confortée dans notre pays ?

Là encore nous allons faire parler les chiffres.

EDF, premier électricien nucléaire mondial, gère en France un parc de production nucléaire composé de 58 réacteurs réparties sur 19 sites. Les résultats pour 2010 sont les suivants:

Pays	capacité de production MW	nbre d' Heures sur 1 année	potentiel annuel de production MWH	production réelle MWH	Rendement annuel
France	63 000	8 760	551 880 000	408 000 000	74%

Source : RTE – www.rte-france.com – bilan électrique 2010

En 2011 la production a été de 421 000 000 MWH soit un rendement supérieur au $\frac{3}{4}$ du potentiel de production sur une année. En fait on considère qu'un réacteur nucléaire peut produire jusqu'à 80 % du temps, les autres 20 % étant dus aux arrêts techniques et à la maintenance.

On constate donc l'énorme différence de rendement entre les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire ce qui laisse penser que son abandon n'est pas pour demain, malgré les oppositions.

Pour aller plus loin, regardons les conséquences de la fermeture programmée (en 2015) de la centrale de Fessenheim en Alsace.

Elle est équipée de deux réacteurs de 890 MW pouvant donc produire en théorie :

$2 \times 890 \times 24 \times 365 = 15\,592\,800$ MWH par an Si l'on reprend les ratios vus plus hauts, on peut estimer que cette centrale produit $15\,592\,800 \times 75\%$ soit $11\,694\,600$ MWH par an.

Une éolienne de 2,5 MW (puissance moyenne des éoliennes industrielles actuelles) fonctionne de façon discontinue. Si la machines est parmi les plus récentes et dans une zone très ventée, nous pouvons estimer son meilleur rendement à 25 %, soit une production annuelle de :

$8\,760 \text{ H} \times 25\% = 2\,200$ Heures $\times 2,5 \text{ MW} = 5\,500$ MWH.

Ce qui revient à dire que pour remplacer nos deux réacteurs nucléaires nous devons installer :

$11\,694\,600 / 5\,500 = \mathbf{2\,126}$ éoliennes de 2,5 MW sur le département d'Alsace. Dans une région dont le potentiel éolien est quasi nul (avec l'Aquitaine).

Je n'ose pas faire le même calcul avec la réduction de 75 à 50 % de notre capacité de production nucléaire annoncé pour 2025 par F. Hollande (soit 15 750 MW). Mais d'ici là, la technique aura sûrement progressé.

Sauf que, me direz-vous, il faut également prendre en compte l'approvisionnement en combustible radioactif (essentiellement l'Uranium), dont les ressources ne sont pas, elles non plus, inépuisables mais également la fin de vie des centrales, leur démantèlement etleur remplacement (j'occulte la question des déchets).

Pour le premier point, l'évaluation 2011 - Ressource, Demande et Production - publiée dans une étude conjointe de l'AEN (Agence de l'Energie Nucléaire de l'OCDE) et de l'AIEA (International Atomic Energy Agency) mentionne des capacités de production, en fonction des besoins actuels, suffisantes pour les 100 ans à venir. Cependant les perspectives de développement en Chine, en Russie et en Inde notamment, risquent de modifier rapidement cette prévision sauf à produire des réacteurs moins gourmands et développer un combustible retraité type Mox. La future centrale EPR de Flamanville dans la Manche devrait remplir ces conditions.

(extrait de l'évaluation sur : <http://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/2012/prn201219.html>)

Pour le deuxième point, il reste essentiellement une inconnue (non négligeable) qui est le coût réel d'un démantèlement de centrale. Là encore les chiffres les plus fous circulent dans les médias sans réelle justification. En France, neuf réacteurs sont aujourd'hui en cours de déconstruction dans 6 centrales dont celle de Chooz (Ardennes) pour laquelle les travaux devraient s'achever en 2019. D'ici là il sera

encore difficile de connaître exactement le montant de la facture (techniquement le démantèlement d'une centrale n'est pas insurmontable avec un peu (beaucoup) de temps. Voir le document suivant :

<http://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2010/nea6830-demantelement.pdf>

Reste le troisième point, le remplacement. L'ASN (Agence de Sûreté Nucléaire) a donné son accord de principe pour prolonger de 10 ans la vie des centrales, soit 40 ans de fonctionnement. Ainsi en 2025, 21 réacteurs (hors Fessenheim) devraient être arrêtés correspondant à une puissance de 30 000 MW, presque la moitié de la puissance actuelle disponible et le double de la prévision actuelle d'arrêt à cette échéance (qui est de passer de 75% à 50%). Le rapport « Energies 2050 » publié en 2011, préconise lui, dans l'un de ses scénarios, de les prolonger jusqu'à 60 ans ce qui serait l'option la moins coûteuse, pour les infrastructures et donc pour le coût du kwh produit. Mais on en n'est pas là.

D'ici 2025, les capacités de production des énergies renouvelables auront bien entendu progressé, mais de combien ? Pour compenser les 197 000 000 MWh que nous produisons avec ces 25 réacteurs, la construction de nouvelles centrales nucléaires ou thermiques sera bien nécessaire et si l'on veut respecter nos engagements de réduction de CO₂, nous n'aurons pas vraiment le choix pour le combustible.

Le rapport Energies 2050 est visible à cette adresse

<http://www.strategie.gouv.fr/system/files/rapport-energies.pdf>

L'extraction des gaz et huiles de schistes va t-elle être finalement entreprise en France ?

J'ai déjà eu l'occasion de m'exprimer sur cette nouvelle manne, ce nouvel eldorado que représenteraient les gaz et huiles de schiste (contribution du 10/09/2012). Depuis, de nombreux reportages et articles sur le « phénomène » américain ont été diffusés ce qui m'a amené à faire quelques recherches (la contribution Gaëla est, sur ce sujet d'ailleurs et à mon avis, bien trop vague - « d'après certaines sources... », « d'après certains spécialistes »,...).

La présence de ces hydrocarbures est connue depuis longtemps mais leur extraction était quasiment impossible avant la mise au point de la fracturation hydraulique. Les États-Unis exploitent de façon intensive depuis maintenant 4 à 5 ans ces gisements et la recherche d'informations pertinentes est à faire là-bas. Qu'apprend-on ? Que constate t-on ?

- Les ressources de gaz sont plus importantes que celles de pétrole et probablement plus faciles à extraire. Or le gaz ne peut remplacer le pétrole dans les transports qui sont sa 1^{ère} utilisation.
- Que des compagnies gazières ou pétrolières achètent des terrains à tout va, mais qui aussi les revendent après quelques années, les gisements étant peu intéressants.
- Des productions qui montent en flèche et qui redescendent assez vite car les gisements sont loin d'être aussi importants que les poches de ressources traditionnelles et la roche étant très imperméable les produits « remontent » en quantité limitée. D'où la nécessité de faire d'innombrables puits pour rentabiliser les investissements fonciers. D'après Mme Helle Kristoffersen, Directrice Stratégie et Intelligence Economique chez Total, " *l'extraction de ces réservoirs compacts nécessite de creuser de dix à cent fois plus de puits que pour une extraction classique* ». Le nombre de puits n'est donc en rien un gage de productivité comme on le laisse croire dans de nombreux articles (voir les graphiques plus bas).
- Les quantités d'eau utilisées pour la fracturation sont très importantes, 20 000 M³ par puits (info sur site de Total) et une bonne partie de l'eau contaminée par le pétrole et le gaz (de l'ordre de 50 %) n'est pas récupérée ce qui laisse craindre des pollutions.
- Un droit à la propriété des particuliers américains s'étendant au sous-sol et donnant droit à des royalties substantielles, incitent les propriétaires des terrains à accepter ce type d'exploitation sans trop se soucier des conséquences (la législation française (code minier) est totalement différente et c'est l'Etat qui gère les ressources minières quitte à exproprier. (un projet de modification de ce code serait à l'étude pour 2013...)
- Et surtout des réserves exploitables (économiquement) très controversées.

Examinons le cas du principal champ d'exploitation dans le Dakota du Nord, Bakken, à l'aide de quelques graphiques (en anglais, désolé) extraits d'une étude de février 2012, visible à l'adresse :

www.sbpipeline.com/images/pdf/Mason_Oil_Production_Potential_of_the_North_Dakota_Bakken_OGJ_Article_10_February_2012.pdf (tapez sur Google : bakken oil production mason)

Bakken est l'un des principaux gisements en huile de schiste (tight oil ou shale oil) du Dakota du Nord exploité depuis 2006/2007. Il a fait l'objet de nombreux reportages TV.

Une production qui monte en flèche depuis 4 ans mais....

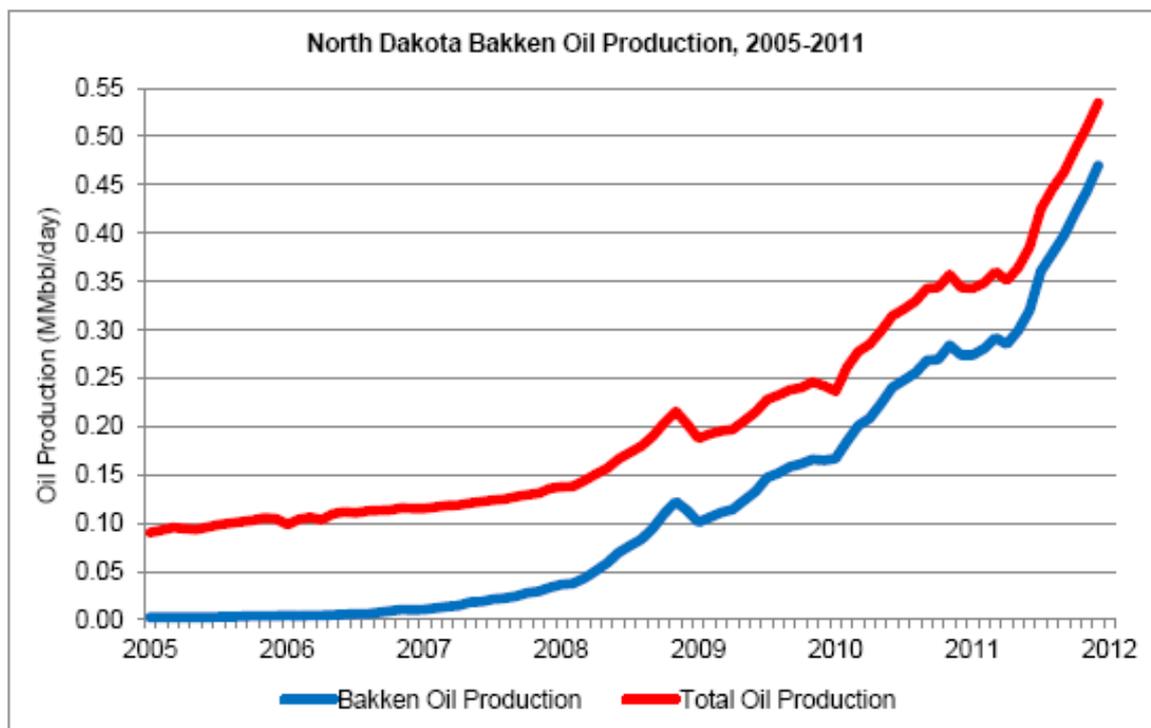


Figure 2. North Dakota oil production, 2005-2011.

... un nombre de puits de plus en plus important pour maintenir une production suffisante....

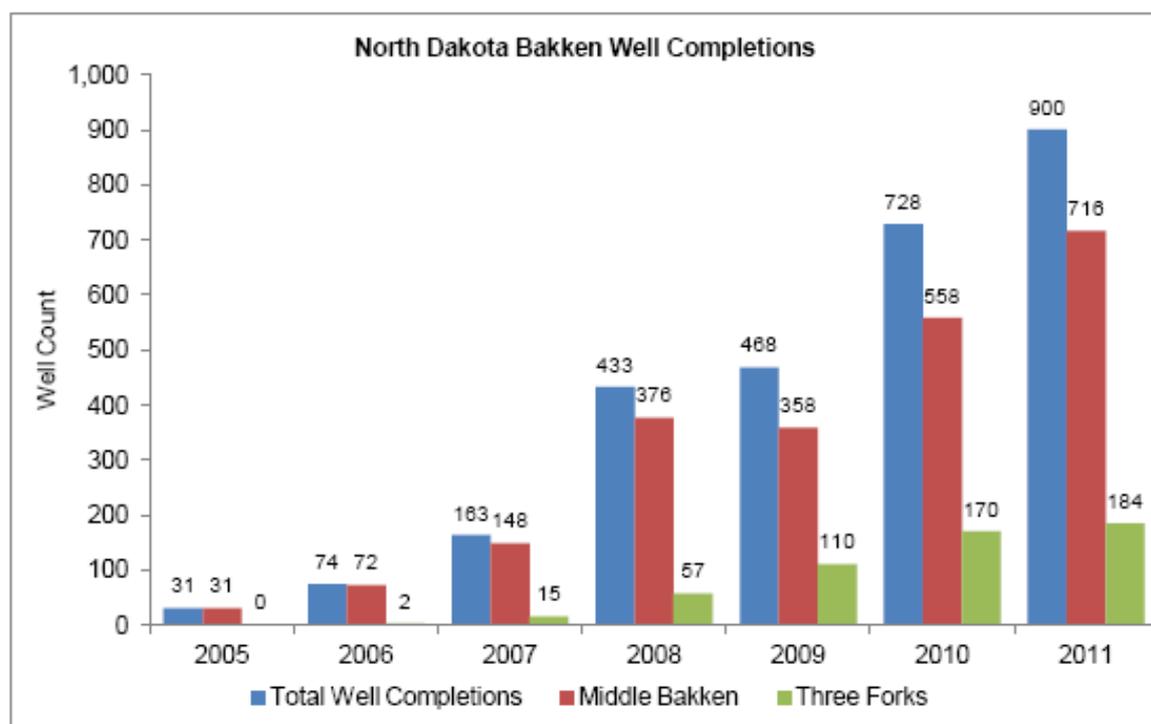


Figure 3. North Dakota Bakken annual well completions. Data source: North Dakota DMR.

.... car effectivement la production des puits chute très rapidement.

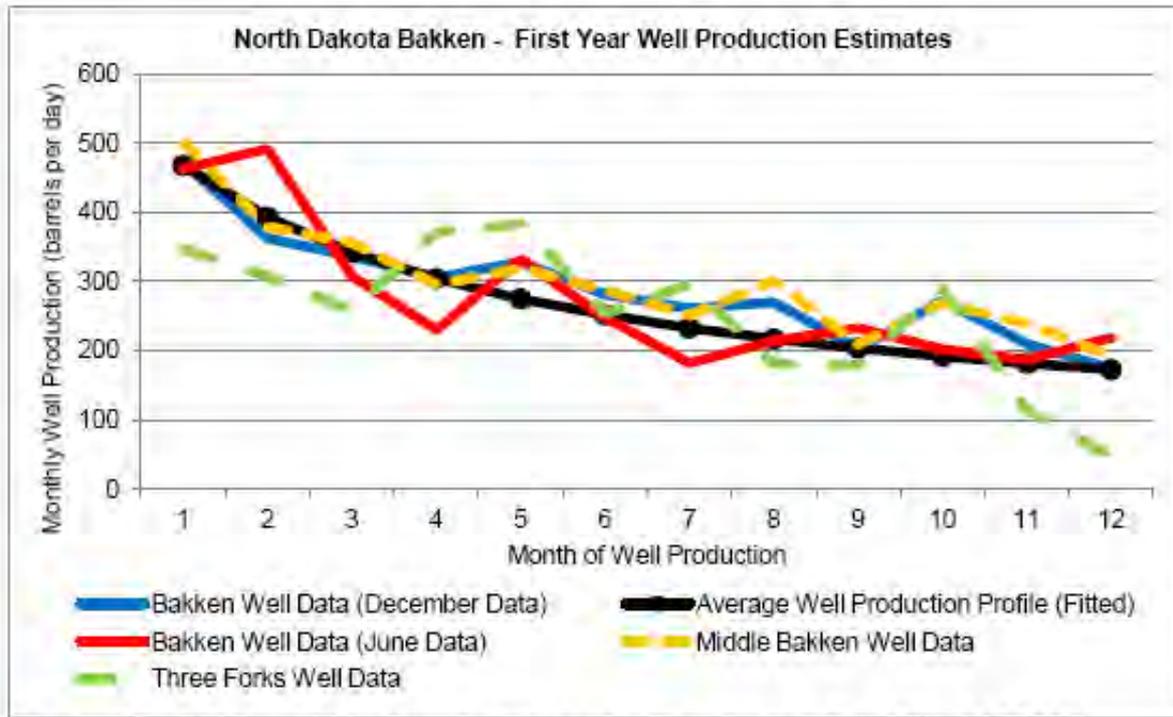


Figure 4. North Dakota Bakken average first year well production. Fitted IP = 14,225 bbl; optimized decline exponent $b = 1.4$; optimized nominal decline rate $D_1 = 0.197$.

Des courbes très contradictoires donc susceptible d'interprétations trompeuses !

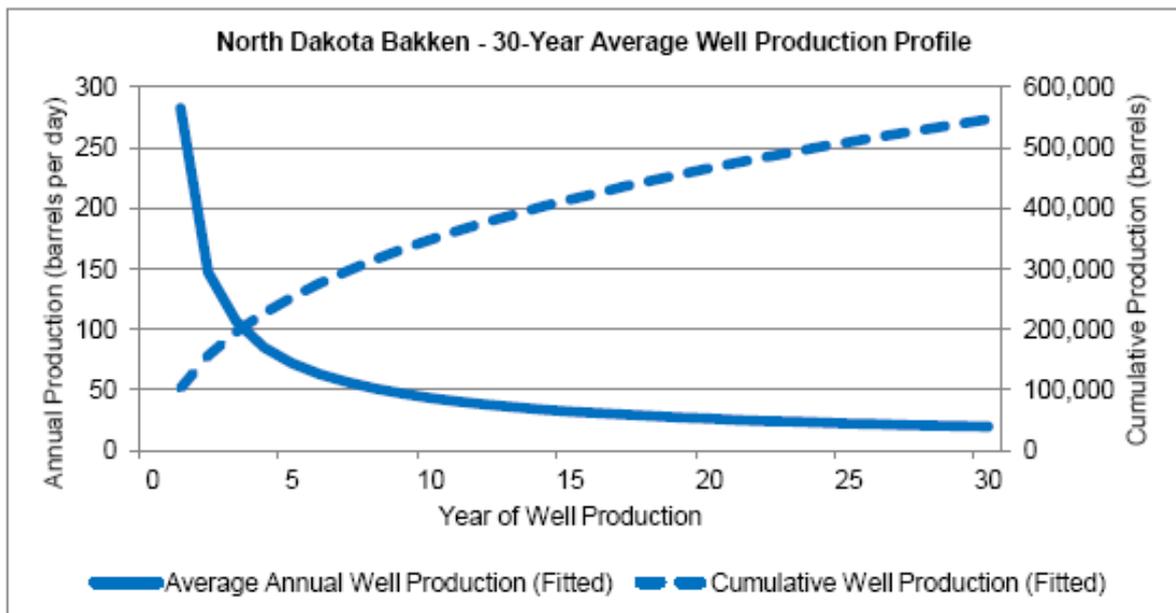
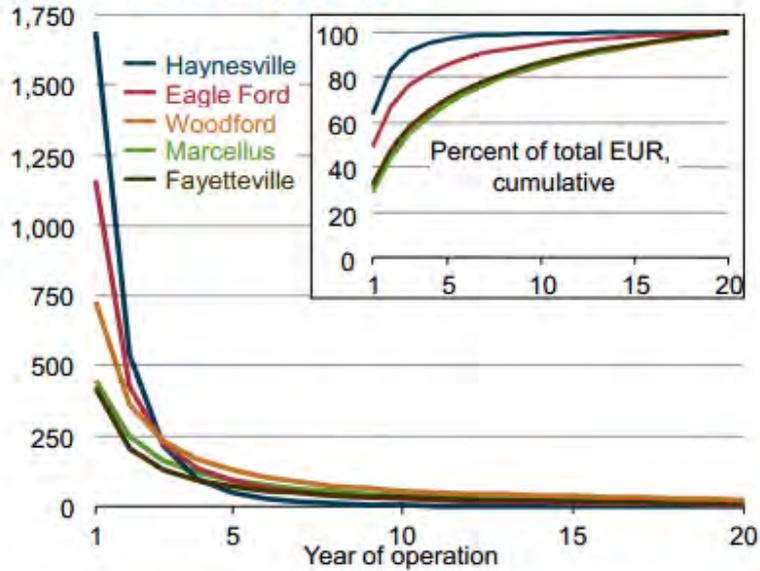


Figure 5. North Dakota Bakken well production profile. Cumulative well production totals: Year 10 = 348 Mbbl; Year 20 = 466 Mbbl; and Year 30 = 546 Mbbl; 19% of the average well's EUR is realized in the first year, 46% percent in the fifth year, and 64% in the tenth year.

Pour les gaz de schistes (shale gas) nous retrouvons les mêmes courbes.

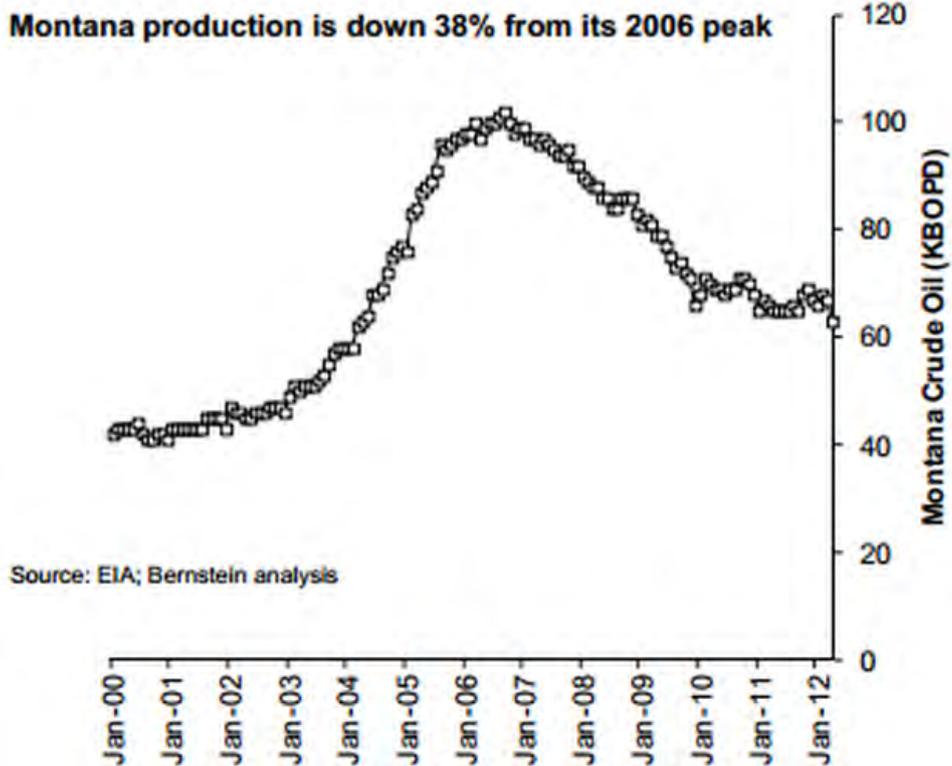
Figure 54. Average production profiles for shale gas wells in major U.S. shale plays by years of operation (million cubic feet per year)



Evolution de production moyenne pour les principaux puits de gaz de schiste américains

graphique extrait du rapport Annual Energy Outlook 2012 publié par l'EIA (U.S. Energy Information Administration (à voir sur [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2012\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2012).pdf) – en anglais)

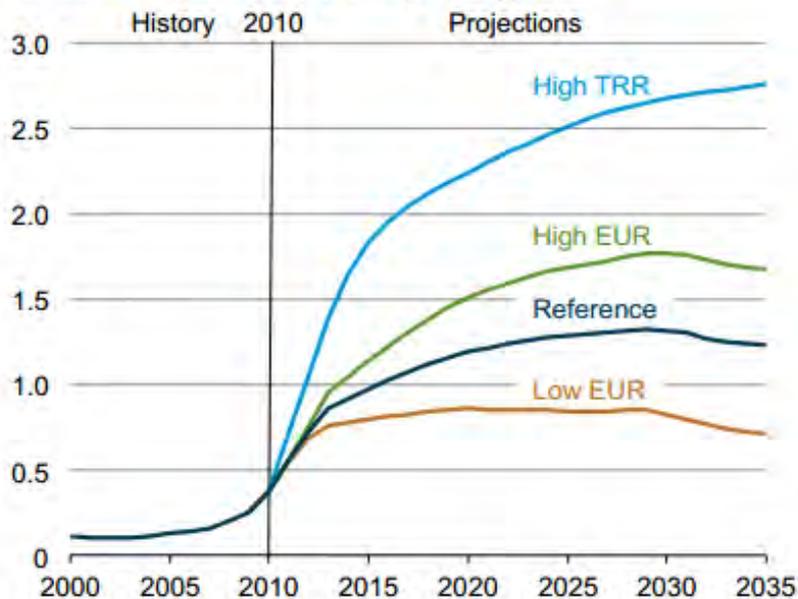
Dans le même ordre d'idée nous avons également des graphiques de ce genre pour le Montana situé à l'ouest du Dakota.



(Ce dernier graphique a été publié par Kate Mackenzie, du blog "Alphaville", sur le site du Financial Times)

Et enfin des perspectives de production déjà limitées dans ... 20 ans.

Figure 55. U.S. production of tight oil in four cases, 2000-2035 (million barrels per day)



graphique extrait du rapport Annual Energy Outlook 2012 publié par l'EIA (U.S. Energy Information Administration (à voir sur [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2012\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2012).pdf) – en anglais)

TRR - Technically Recoverable Resource – Ressources techniquement exploitables

EUR - Estimated Ultimate Recovery - Production maximum estimée

Et l'emploi dans tout ça ?

Eh bien là encore on trouve toutes sortes de perspectives plus ou moins réalistes. Ce qu'il faut savoir c'est qu'un gisement va créer de l'emploi au moment du forage jusqu'à la première production. C'est durant cette période, qui dure de 2 à 5 semaines, que l'activité est la plus importante. Le forage nécessite un derrick et l'activité sur le chantier est continue avec une noria de camions pour amener le sable (et parfois l'eau) nécessaire à la fracturation. Ensuite dès que le puits fonctionne en sécurité, le derrick est enlevé et remplacé par une tête de puits dont la surveillance ne demande plus que quelques employés, d'ailleurs plus ou moins permanents. Là encore des chiffres sûrement exagérés quant au potentiel réel d'emploi créés.

Alors pour ou contre les gaz de schistes ? Revenir sur la décision d'interdire la fracturation hydraulique serait à mon sens une erreur politique et écologique. Mais il n'a jamais été question d'interdire la recherche de solutions alternatives même si celles-ci semblent difficiles à mettre au point. Cette ressource fossile reste intéressante pour trois raisons principales : elle nous permettrait de réduire notre facture énergétique, elle créerait un « certain » nombre d'emplois et elle serait moins productrice de CO2 que le fuel pour les centrales thermiques nécessaires en complément des énergies propres. Enfin elle permettrait peut-être aussi de faciliter notre transition énergétique vers des solutions renouvelables. Reste à trouver la technique d'extraction...

Pour se tenir informé de l'actualité de ces « nouvelles » ressources, il existe un site Internet très intéressant puisqu'il diffuse l'ensemble des articles, études publiés un peu partout dans le monde. Son adresse : <http://www.legazdeschiste.fr>. L'éditeur déclare ainsi : « L'objectif du site « Legazdeschiste.fr » est d'apporter un éclairage objectif, neutre, dépourvu d'engagement associatif ou partisan ». Pour l'avoir consulté je pense effectivement qu'il représente une très bonne source d'informations.

Enfin sur le site de l'Institut Français du Pétrole (IFP) un document complet sur les hydrocarbures non conventionnels :

<http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/content/download/70931/1521477/version/1/file/IFPEN+-+Les+hydrocarbures+non+conventionnels.pdf>

Avertissement :

Ne pas confondre deux sources d'informations (américaines) : E.I.A. et I.E.A.

- L'une est gouvernementale : U.S. Energy Information Administration (www.eia.gov)

- La 2ème une association privée mondiale : International Energy Agency dans laquelle on retrouve, entre autres, tous les acteurs du monde pétrolier et gazier (www.iea.org). C'est cette dernière qui a pronostiqué récemment l'indépendance énergétique des USA en 2035. Cela reste à voir...

Alors que faut-il en penser de cette transition énergétique ?

Voici donc quelques éléments, je pense, tangibles pour se faire une idée sur les possibilités qui s'offrent à nous. En résumé :

- Des besoins en énergie toujours plus importants : industrie, tertiaire, domestique, transports
- Une population mondiale qui va continuer de croître
- Des ressources fossiles carbonées traditionnelles dont la production est maintenant plutôt en baisse
- Donc la nécessité d'augmenter la production d'énergie électrique comme substitut partiel.
- Des énergies renouvelables, productrices de cette électricité, dont le rendement faible entraîne un coût de production important, limite son développement et oblige à avoir des sources de production traditionnelles complémentaires comme les centrales à gaz (ou pire à charbon comme en Allemagne).
- Une énergie électrique d'origine nucléaire, avec un fort rendement, mais qui pose d'autres problématiques : sécurité, traitement des déchets et probablement réserves de matières fissiles
- Une nouvelle source de combustibles carbonés, les gaz et huiles de schistes, très décriée par les risques potentiels de pollution, dont les ressources sont loin d'être certaines et qui restent de toutes façons limitées.
- Enfin la nécessité de réduire nos émissions de gaz à effet de serre, comme le CO₂, afin de limiter les conséquences d'un dérèglement climatique qui semble bel et bien se profiler.

Autant dire que cette transition énergétique, nécessaire, obligatoire, est un challenge compliqué dans une économie mondialisée où le productivisme est considéré comme le fondement du progrès, source, pour certains, de qualité de vie et de bonheur (je ne me risquerais pas à en donner une définition).

Les plus optimistes diront « compliqué, peut-être,... mais pas irréalisable ». Oui si toute la planète s'y met ! Mais les égoïsmes, les intérêts particuliers, les intérêts financiers (souvent énormes), les intérêts économiques restent prédominants et s'opposent mécaniquement à cette volonté de changer les choses. Le dernier exemple criant est l'actuelle réunion de Doha concernant le réchauffement climatique, du 26 novembre au 7 décembre 2012.

L'un des gros dossiers en discussion sera l'acte II du protocole de Kyoto, le seul instrument légalement contraignant qui engage les pays industrialisés, à l'exception notable des États-Unis qui ne l'ont jamais ratifié, à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (GES).

Il s'agira là malheureusement et avant tout, d'une décision symbolique. Car avec le retrait du Canada, du Japon et de la Russie, Kyoto 2 ne devrait concerner essentiellement que l'Union Européenne et l'Australie, soit 15% des émissions de GES globales....

Est-ce une raison pour ne rien faire ? Non bien entendu. Mais tant que les ressources fossiles seront disponibles et à un prix acceptable, la transition énergétique risque donc de rester une belle idée. Et le jour où ces deux critères auront disparu, le retour de bâton risque d'être violent et créer des tensions internationales incontrôlables. Il ne faut pas se le cacher.

Compliqué...J'ai bien dit compliqué.

Epilogue : à quoi va servir le débat sur la transition énergétique qui s'ouvre en France ?

Préparer l'avenir ? Alerter l'opinion ? Se donner bonne conscience ? Améliorer notre cadre de vie ? Imiter l'Allemagne ? Se préparer à une énergie plus chère ? Ou, comme certaines mauvaises langues l'annoncent, faire plaisir à un allié politique ?.....

La démarche se veut volontaire dans les thèmes abordés et pluraliste dans les débats et les participants. Tous les citoyens pourront, à un degré ou un autre, y participer, échanger, émettre des idées...Mais cela sera t-il suffisant quand on sait que nombre de propositions du Grenelle de l'Environnement (I et II) ont été abandonnées pour ne pas pénaliser l'économie, aggraver les déficits ou alourdir la dette. Et l'on peut d'ailleurs s'étonner que le récent pacte de compétitivité ne parle ni de développement des énergies renouvelables ni même de la simple maîtrise de notre consommation d'énergie. Peut-être en saurons-nous un peu plus sur ce qui nous attend, à la fin de ce débat, au printemps 2013.....