

Le Pic Pétrolier et l'Europe, une situation d'urgence

Bernard DURAND - 11 Juin 2011¹

Introduction

Des discussions récurrentes ont lieu depuis des années sur le futur de notre approvisionnement en énergie. Mais elles se sont focalisées presque uniquement sur l'évaluation des réserves naturelles d'énergie (énergies primaires) sur lesquelles on peut espérer compter dans l'avenir. Ce faisant on a oublié que la croissance (ou la décroissance) matérielle d'une société humaine n'est pas liée sur le moment au volume de ses réserves naturelles d'énergies (énergies primaires), mais à l'augmentation (diminution) de sa consommation d'énergie utile (1).

En d'autres termes, on s'est intéressé surtout au volume du tonneau, ce qui est certes très important pour l'avenir à long terme, mais très peu au débit possible du robinet. On s'est intéressé au contenu du réservoir du véhicule, mais non à son carburateur. Or c'est la consommation de l'énergie, c'est-à-dire le flux (débit) de son utilisation, qui gouverne l'économie du moment, et non le volume de ses réserves.

En effet les lois de la physique imposent qu'il est impossible de produire des biens matériels sans disposer d'énergie. A tout moment, la puissance matérielle d'une nation dépend donc de la quantité d'énergie dont elle dispose, et les variations de cette disponibilité gouvernent la croissance ou la décroissance de sa production de biens matériels, et par conséquent de son Produit Intérieur Brut (PIB). Certains économistes² prétendent que dans les pays industrialisés à économie de marché, la contribution de la disponibilité d'énergie à la formation du Produit Intérieur Brut (PIB) est plus importante que les disponibilités du capital et du travail : les proportions moyennes actuelles des contributions à cette formation du PIB seraient de l'ordre de 50 % pour l'énergie, 35 % pour le capital et 15 % pour le travail, alors que les coûts de l'énergie ne représentent que de l'ordre de 10% des coûts industriels.

La part relativement faible de la facture énergétique dans le PIB d'un pays industriel (quelques %) ne mesure donc pas l'influence considérable que la disponibilité de l'énergie a sur ce PIB. Et une diminution même relativement modeste de cette disponibilité, dont le signe est une augmentation brutale des prix si elle est rapide, peut donc entraîner une diminution importante et rapide du PIB, c'est-à-dire une récession économique.

Le mécanisme de la récession est enclenché par l'augmentation des prix. Celle-ci entraîne une diminution de pouvoir d'achat qui s'étend à l'ensemble de la consommation de biens matériels. Il en résulte une baisse de l'activité industrielle et du PIB, et un accroissement du chômage. Cette récession fait alors baisser la consommation d'énergie, et donc son prix.

Observons au passage que la demande des consommateurs en pétrole s'exprime non pas en pétrole brut, mais en produits raffinés, carburants, combustibles, intermédiaires de synthèse chimique... Une crise sectorielle peut donc être enclenchée par la diminution de la

¹ *Géochimiste des combustibles fossiles, ancien directeur de la Division Géologie-Géochimie de l'Institut français du pétrole et des énergies nouvelles, ancien directeur de l'ENS de Géologie.*

Bernard Durand est membre du Conseil Scientifique de Sauvons le Climat

disponibilité en ces produits entraînant une augmentation de prix. Dans ce contexte, la qualité du pétrole brut disponible, mais aussi les capacités de raffinage et leur structure jouent un rôle, puisqu'elles ont une influence sur les quantités et les proportions relatives des produits que le raffinage tire du pétrole brut. C'est ainsi qu'une insuffisance des capacités de production en gazole a par exemple provoqué il y a quelques années une augmentation très sensible des prix du gazole à la production.

L'objet de cette étude est de montrer pourquoi, dans les quelques années qui viennent, de graves difficultés d'approvisionnement en pétrole vont commencer à avoir lieu dans les pays qui, comme la France et la grande majorité des pays européens, n'ont pas de ressources pétrolières significatives sur leur territoire, et d'attirer l'attention sur les risques que court l'Europe des 27 si, comme maintenant, elle se refuse à agir en conséquence.

La consommation de pétrole représentait en 2008 34 % de la consommation mondiale d'énergie primaire, avec des fluctuations importantes d'un pays à l'autre, tandis que les combustibles fossiles en représentaient près de 82% (tableau 1).

Pays	Cons.pétrole en 10 ⁶ t.	Combustibles fossiles % én.prim	Pétrole	Gazole	Charbon	Pétrole+gaz
Monde	4066	81,9	34	20,9	27	54,9
Etats-Unis	866	85,8	38,9	23	23,9	61,9
EU 27	694	76,5	34,5	24,6	17,4	59,1
Chine	355	87,6	18,1	3	66,5	21,1
Japon	200	83,9	44,8	16,2	22,9	61
Inde	166	71,1	23,3	5,7	42,1	29
Corée S.	124	81,2	39,5	14	27,7	53,5
Allemagne	113	78,4	31,4	23	24	54,4
Brésil	95	53,4	39,1	8,7	5,6	47,8
Italie	94	81	46,6	25	9,4	61,6
France	88	50,1	31	14,3	4,8	45,3
Roy.Uni	84	90,6	32,6	40,7	17,3	73,3
Espagne	76	81,2	46,6	25	9,6	71,6

Tableau 1: Les 11 pays les plus consommateurs de pétrole en 2008, classés par importance décroissante de leur consommation, avec la part des trois principaux combustibles fossiles

dans leur consommation d'énergies primaires. A eux seuls, ils consomment 56% de la production mondiale. En rouge les pays émergents les plus consommateurs. De tous ces pays, c'est la France qui a la plus faible proportion de combustibles fossiles dans son approvisionnement énergétique, grâce au nucléaire. Source: Agence Internationale de l'Energie (AIE).

Le pétrole ne représente donc qu'environ le tiers de l'approvisionnement mondial en énergies primaires. Mais son importance pour les économies des pays industrialisés est bien plus grande que sa part dans les énergies primaires. C'est en effet l'énergie dite de «bouclage» qui par sa souplesse d'approvisionnement, fait l'appoint de l'approvisionnement énergétique pour les pays dont les ressources locales sont insuffisantes. La diminution de sa disponibilité entraîne bien sûr l'augmentation de son prix sur le marché, mais aussi par ricochet de celui de toutes les autres énergies qui peuvent s'y substituer dans une partie au moins de ses utilisations, jusqu'au moment où une récession s'installe qui fait diminuer les consommations et donc les prix de l'énergie, comme expliqué plus haut.

Le pétrole est donc le principal régulateur de l'activité économique. En fait les variations de débit de sa production, et donc de sa consommation possible, gouvernent pour l'instant pour une large part la croissance, ou la décroissance, de l'économie mondiale.

C'est aussi par la variété de ses sous-produits et la commodité de ses utilisations, et surtout par son importance actuelle pour la mobilité et le transport, qui en dépendent à 98%, une source d'énergie stratégique pour les pays industrialisés dans leur mode de fonctionnement actuel.

Un coup d'oeil dans le rétroviseur : le cas du Royaume-Uni

Le Royaume-Uni est le premier pays ayant utilisé de façon industrielle les combustibles fossiles, en l'occurrence le charbon des gisements de l'Angleterre et du Pays de Galles. Celui-ci a permis le développement de la Révolution Industrielle à partir de la fin du 18^{ème} siècle.

Le Royaume-Uni a aussi produit, grâce aux importantes découvertes faites dans ses eaux territoriales à partir des années 60, principalement en Mer du Nord, d'importantes quantités de pétrole et de gaz naturel.

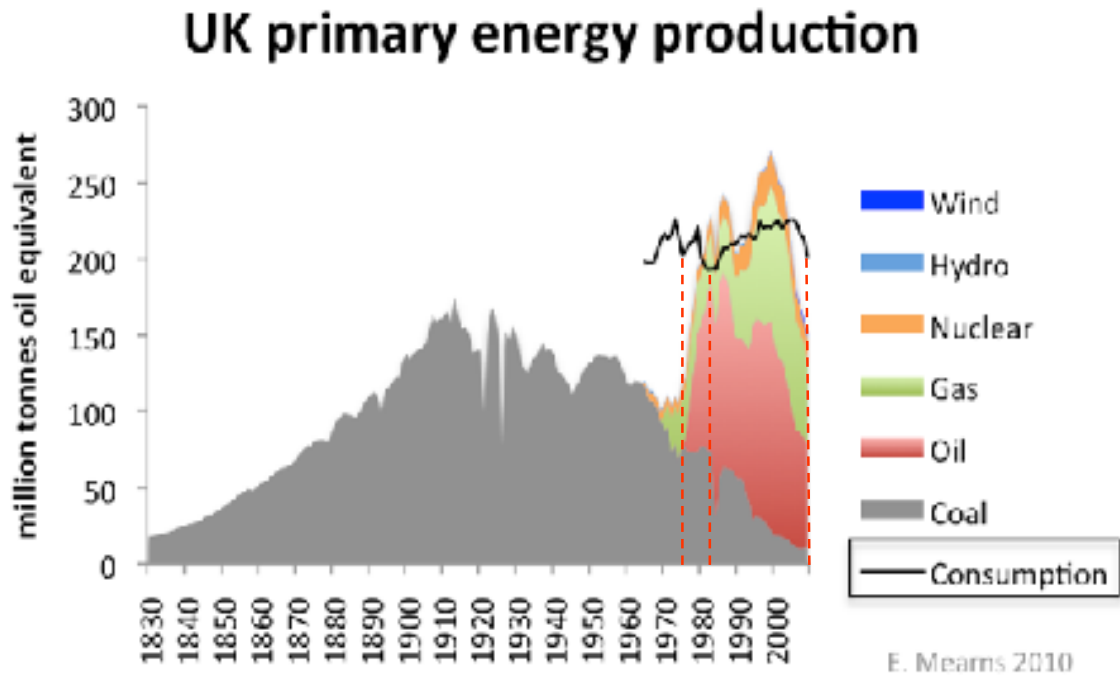


Figure 1 : historiques des productions du Royaume-Uni en charbon (gris) en pétrole (rouge) et en gaz naturel (vert) de 1830 à 2010. La courbe noire est celle de la consommation depuis 1970.

La reconstitution de l'histoire des productions de charbon, de pétrole et de gaz de ce pays (figure1) permet de se faire une idée de la façon dont évoluent en tendance longue les productions de combustibles fossiles extraits de « provinces » charbonnières, pétrolières ou gazières (3). Cette évolution n'est pas caractéristique des seuls combustibles fossiles. C'est celle de toute ressource naturelle fossile, qui ne peut exister qu'en quantités finies dans un ensemble géologique aux dimensions forcément finies. Des comportements similaires peuvent aussi être observés dans le cas de ressources dites renouvelables, à l'exemple du bois au Royaume-Uni, dont les utilisations par l'industrie ont cru considérablement au cours du 16^{ème} et du 17^{ème} siècle jusqu'à ce que les limites de la production renouvelable aient été atteintes, et que les forêts aient commencé à disparaître par surexploitation. Son prix a alors considérablement augmenté tandis que sa production diminuait, jusqu'à ce que son remplacement par le charbon, abondant et devenu durablement moins cher (figure 2), permette au cours du 18^{ème} siècle un début de reconstitution des forêts, et l'essor de la Révolution Industrielle.

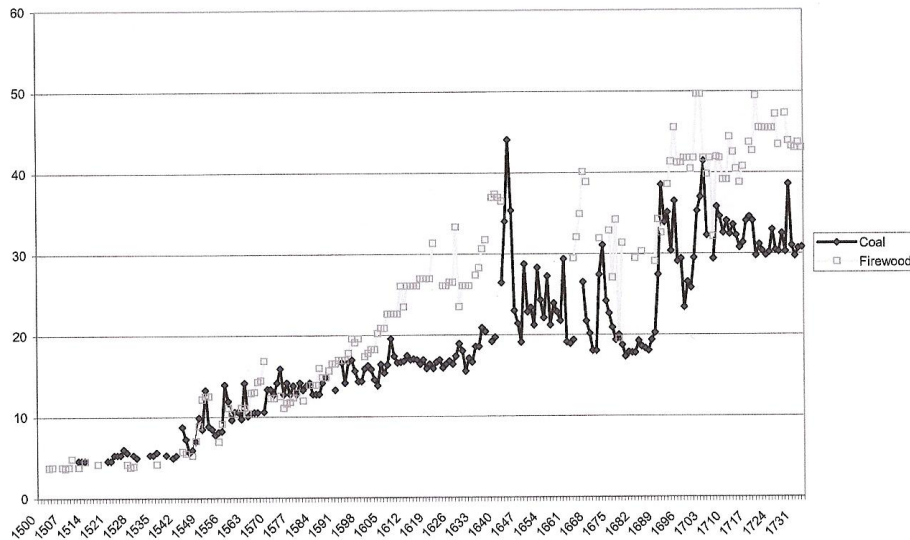


Figure 2 : Evolution relative des prix du bois de feu et du charbon en Angleterre et au Pays de Galles de 1500 à 1750. Unités arbitraires. Source: Warde 2009 (4)

Les productions de combustibles fossiles ont au Royaume-Uni crû rapidement, puis ont atteint un maximum (pic), en 1913 pour le charbon, vers 2000 pour le pétrole, vers 2005 pour le gaz. Il est important de noter ici que les déclin ont été rapides, et que rien n'a permis d'enrayer durablement les déclin une fois le pic passé, malgré les progrès des technologies de production et d'exploration, les progrès dans la connaissance géologique des bassins sédimentaires d'où l'on extrayait ces combustibles fossiles et les augmentations de prix. En ce qui concerne le charbon, le relais par du charbon importé moins cher a aussi accéléré ce déclin, en provoquant une diminution de la rentabilité du charbon local et la fermeture des mines ou des quartiers de mines les moins rentables avant qu'ils ne deviennent totalement impossibles à exploiter. Il n'y avait en effet à l'époque aucun cartel mondial de producteurs, tel que l'OPEP, pour maintenir des prix élevés par limitation volontaire de l'offre.

On observe aussi sur les courbes de déclin de nombreuses fluctuations dus aux guerres, aux aléas économiques, ou au soutien momentané à la production par des subventions. Sur les courbes de production du pétrole et du gaz, on observe les conséquences de l'explosion de la plateforme Piper Alpha en 1988, qui a profondément perturbé l'exploitation de gisements pendant quelques années.

Sur le long terme, la raison fondamentale de ces déclin est une diminution progressive du rythme moyen de remplacement des volumes extraits par les volumes extractibles des nouveaux gisements. Elle est donc géologique (underground) et non technico-économique (aboveground). Petit à petit, et c'est une évidence que beaucoup ne semblent toujours pas disposés à accepter, sinon même à chercher à comprendre, les facteurs géologiques du déclin finissent toujours par prendre le pas sur les autres facteurs.

L'historique de la consommation d'énergies primaires du Royaume-Uni depuis 1970 (en noir) montre les diminutions de cette consommation qui ont suivi les brutales augmentations du prix du pétrole de 1973 et de 1979 (chocs pétroliers) et de mi-2008. Ces trois évènements ont été immédiatement suivis d'importantes récessions économiques, qui sont à l'origine de ces diminutions de consommation. Tous les pays industrialisés ont suivi le même schéma.

Le choc pétrolier de 1973 à été dû à une diminution de l'offre des pays de l'OPEP dans un contexte où les Etats-Unis, alors principaux producteurs de pétrole mondiaux, avait passé leur

pic pétrolier et était donc devenu incapables d'augmenter leur production. Celui de 1979 a été déclenché par la décision de l'Arabie Saoudite de diminuer sa production de 1 million de baril par jour suite à la signature des accords de Camp-David entre Israël et l'Égypte, dans un contexte où les pays de l'OPEP avaient jusqu'alors plus ou moins compensé les diminutions de production de l'Iran provoquées par la Révolution Iranienne.

On vérifie donc ici en quelque sorte «expérimentalement» le lien entre une diminution brutale de l'offre de pétrole, même faible comme le montre l'exemple de 1979, et l'installation d'une récession telle que décrite plus haut. C'est moins évident pour la récession ayant suivi l'augmentation des prix de 2008, récession que l'on explique presque toujours par une crise du crédit. Cette augmentation de prix n'a pas été due à une restriction volontaire de l'offre des pays de l'OPEP, comme en 1973 et 1979, mais à l'incapacité croissante de ces pays de faire face à l'augmentation de la demande à partir de fin 2003 environ, atteignant son paroxysme mi-2008. Il s'agit donc ici d'une restriction progressive mais involontaire de l'offre. Il est donc très probable que le pétrole a joué un rôle dans l'installation de cette crise en réduisant progressivement à partir de 2003 les possibilités de croissance du PIB dans les pays industrialisés, et donc du crédit gagé sur cette croissance, et sans doute aussi sur son ampleur.

Le Royaume-Uni, globalement exportateur de pétrole et de gaz pour la période 1980-2000, est ensuite très rapidement redevenu importateur. La Roche Tarpéienne est près du Capitole !

A l'échelle mondiale l'évolution sera fatalement la même que celle observée pour le Royaume-Uni. Mais il est bien difficile à une telle échelle de prévoir avec exactitude quand les productions de combustibles fossiles atteindront leur pic. Cela dépend d'une multitude de paramètres, volumes des réserves ultimes, progrès dans les technologies de l'exploration et de la production, vitesses de consommation, elles-mêmes liées aux prix et aux demandes des économies, toutes choses fort incertaines, imprécises et interdépendantes. Suivant en cela l'analyse développée initialement en 1956 par le géophysicien américain Marion King Hubbert (5) pour la production pétrolière américaine, beaucoup affirment que les pics auront lieu quand la moitié environ des réserves ultimes, c'est-à-dire des quantités totales qui pourront in fine être récupérées par l'industrie humaine, aura été consommée. Cela a effectivement été à peu près le cas pour l'Angleterre. Encore faut-il pouvoir estimer avec précision le montant des réserves ultimes à l'échelle mondiale.

Le Pic Pétrolier mondial (Peak Oil)

Les ressources de pétrole sont les mieux connues de celles des combustibles fossiles. Il a en effet été traqué dans tous les coins de la planète. Mais il reste quand même à l'heure actuelle de fortes incertitudes sur le volume de ses réserves ultimes, car celui-ci dépend des quantités de pétrole encore à découvrir, des possibilités d'accroissement de la récupération que pourront offrir les progrès technologiques, et des prix que le consommateur sera prêt à payer, tous paramètres dont l'importance est difficile à quantifier à l'avance. Le paramètre géologique, c'est-à-dire, comme expliqué plus haut, la diminution inéluctable des volumes récupérables prendra cependant avec le temps le pas sur tous ces paramètres. Ce déclin prévisible sera accéléré si d'autres sources d'énergie peuvent remplacer le pétrole dans ses usages pour un coût moindre, comme le charbon a remplacé le bois en Angleterre, puis le charbon importé a remplacé le charbon local. On laisserait alors en terre une partie du pétrole techniquement récupérable. Mais une telle éventualité paraît pour l'instant bien peu probable.

Le pétrole, de quoi parle-t-on ?

Une grande source de confusion, quand il s'agit de commenter l'évolution au cours du temps de la production mondiale de pétrole, est que l'on range sous cette rubrique toute une variété de « liquides », qui ne sont pas tous des substances naturelles, et ne sont même pas tous des liquides. Il n'y a aucune convention internationale pour dire le droit. Il y a donc d'assez grandes variations d'une institution ou d'un auteur à l'autre, selon les catégories qui sont prises en compte. Ces catégories sont en général les suivantes :

- Le **pétrole brut** (en Anglais **crude oil** ou **crude**) : il est formé des hydrocarbures extractibles des gisements de pétrole qui sont liquides dans les conditions dites normales de température et de pression (15 °C, 1 bar). Certains auteurs, par exemple Campbell et Laherrère 1998 (6) font à l'intérieur de cette catégorie des subdivisions: pétrole conventionnel (conventional oil, regular oil), pétrole des zones polaires (polar), pétrole exploité en eaux profondes (deep offshore), selon la difficulté de l'exploitation.
- Les **liquides de gaz naturel (LGN, en Anglais natural gas liquids, NGLs)**: le gaz naturel est un ensemble en proportion très variables de molécules qui sont gazeuses dans les conditions normales de température et de pression : il s'agit pour l'essentiel d'hydrocarbures ayant de un (méthane, CH₄) à quatre atomes de carbone, mais aussi de gaz carbonique, d'azote et d'hydrogène sulfuré. Il se trouve à l'état dissous dans les gisements de pétrole (gaz dit associé), mais surtout à l'état d'une phase supercritique, de densité comprise entre 0,2 et 0,4 selon sa composition et les conditions thermodynamiques, qui peut soit se trouver au-dessus du pétrole (gas-cap) dans le même gisement, soit former en soi un gisement de gaz.
- Les LGNs qui sont les hydrocarbures liquides mais aussi le propane (C₃H₈) et les butanes (n-butane et iso-butane, C₄H₁₀) qui se trouvent dans les gas-cap ou dans les gisements de gaz,
- le propane et les butanes qui se trouvent dissous dans le pétrole.

Ces LGNs comprennent donc (figure 3) des hydrocarbures liquides légers (C₅+), la **gazoline**, et des hydrocarbures gazeux, **propane (C₃H₈) et butanes (C₄H₁₀)**, que l'on liquéfie par cryogénie, pour en faire du **gaz de pétrole liquéfié (GPL, en Anglais liquefied petroleum gas, LPG)** (figure 3). Le **méthane (CH₄) et l'éthane (C₂H₆)** contenus dans le gaz naturel ou dissous dans le pétrole sont récupérés à part pour être transportés par gazoducs, et éventuellement liquéfiés à très basse température (figure 3) pour en faire du **gaz naturel liquéfié (GNL), en Anglais liquefied natural gas, (LNG)**, qui sera transporté par **navires méthaniers**.

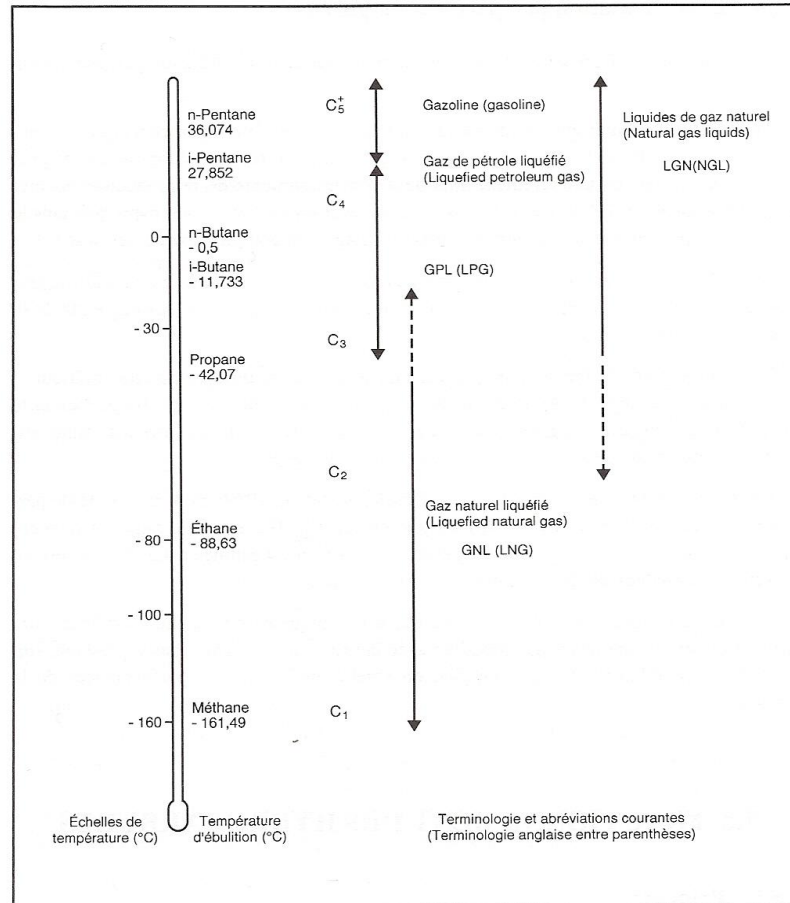


Figure 3: les constituants du LGN : gazoline et GPL. Le LGN est compté comme du pétrole dans les statistiques internationales, bien qu'il comprenne beaucoup de propane et de butane, qui sont des hydrocarbures gazeux dans les conditions de la surface. Source: A.Rojey et al.(7)

Le LGN est récupéré sur champ dans des unités de traitement de gaz.

- Les **pétroles extralourds** (en Anglais extraheavy, **XH**), qui comprennent les **huiles extralourdes**, dont les gisements les plus importants se trouvent au Venezuela dans la ceinture bitumineuse (fara bituminosa) de l'Orénoque, et les **bitumes**, dont les gisements les plus importants se trouvent dans les **sables bitumineux** de l'Athabasca au Canada.
- Les **XTL** (X-to-liquids) qui comprennent les **BTL** (biomass-to-liquids = biocarburants), les **CTL** (coal-to-liquids), les **GTL** (gas-to-liquids) et les **STL** (shales-to-liquids). Il ne s'agit pas en fait de pétrole, mais de **carburants synthétiques (synfuels)** produits à partir de diverses sources riches en carbone. Les shales sont ce que l'on appelle en Français les **schistes bitumineux**, qu'il ne faut pas confondre avec les sables bitumineux, lesquels sont comme on vient de le voir des gisements pétroliers contenant des bitumes, c'est-à-dire des pétroles extralourds (XH)). Les schistes bitumineux sont en réalité des roches riches en matière organique qui sont toujours restées à faible profondeur au cours de leur histoire géologique, et qui n'ont par conséquent pas pu produire de pétrole au cours de leur histoire géologique. On les exploite en carrière et on les pyrolyse en l'absence d'oxygène à 400 ou 500 °C dans des fours, pour produire à partir de la matière organique contenue de l'huile de schistes, autrement dit le STL. On reproduit donc ainsi plus ou moins artificiellement, et ne l'accélérateur considérablement,

le phénomène de pyrolyse naturelle qui mène à la formation du pétrole dans les bassins sédimentaires.

- Les **additifs**, tel que ceux que l'on ajoute aux carburants, par exemple l'éthyltertiobutyl éther (ETBE), un additif antidétonant des essences préparé à partir d'isobutène et d'éthanol d'origine agricole.
- Les **gains de raffinerie** : la comptabilité du pétrole est faite en volume, et l'unité usuelle est le million de barils par jour (Mb/j, en Anglais Mbpd ou Mb/d), qui équivaut à environ 50 millions de tonnes par an. Le pétrole est en raffinerie transformé par ajout d'hydrogène (hydrocraquage) en produits dont le volume spécifique est globalement supérieur au volume de la charge de départ. La différence de volume est ce qu'on appelle gain de raffinerie. Ces gains de raffineries sont la plupart du temps comptabilisés avec le pétrole brut, et donc comme une production, de manière à équilibrer en volume production et consommation. Ce n'est donc qu'un artifice de comptabilité, qui est trompeur sur le plan énergétique, car le raffinage fait bien évidemment perdre une partie de l'énergie contenue dans le pétrole brut.

L'Agence Internationale de l'Energie (AIE) a fait dans son World Energy Outlook 2010⁸ (WEO 2010) trois catégories dans son estimation du futur de la production mondiale : le **pétrole brut**, qu'elle appelle aussi **pétrole conventionnel**, le **LGN** (en Anglais **LNG**), et le **pétrole non conventionnel**, dans lequel elle range les **XH** et les **XTL**, à l'exception du **BTL**, et les additifs. Les gains de raffinerie sont pris en compte séparément.

L'Energy Information Administration (EIA) des Etats-Unis fait 4 catégories : **pétrole brut**, **LGN(LNG)**, **XH** et « **others** » dans lesquels elle range tout le reste y compris le **BTL**, et compte également à part les gains de raffinerie. L'ensemble est appelé « **tous liquides** » (**all liquids**)

L'Association for the Study of Peak Oil and Gas (ASPO) suit les règles de l'EIA, mais fait souvent des classes à l'intérieur de la catégorie pétrole brut en fonction des lieux et des difficultés de l'exploitation : regular, polar, deep offshore.

Le pétrole brut représente actuellement 86 % **en volume** du « tous liquides » de l'EIA (figure 4). L'essentiel de la production du « tout liquides » est constitué du pétrole brut et du LGN et l'on voit sur la figure que si la contribution des autres catégories augmente avec le temps, c'est très lentement. Depuis 2005, il y a stagnation de la production de toutes les catégories.

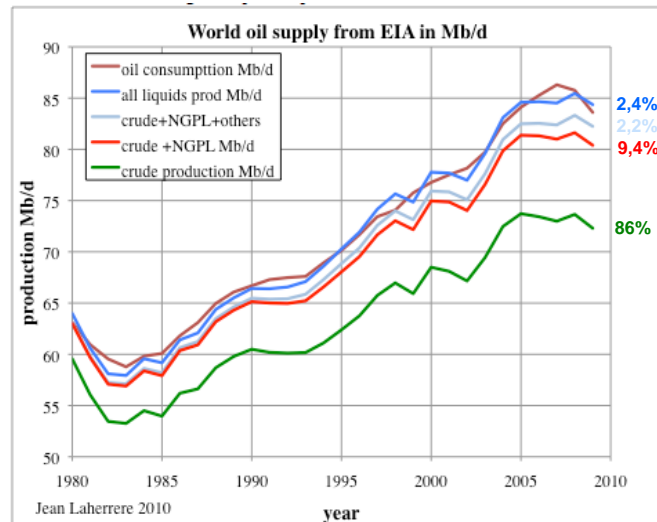


Figure 4 : proportions en volume des différentes catégories de pétrole et leur évolution depuis 1980. Courtoisie Jean Laherrère.

Si l'on fait la comptabilité non plus en volume, mais en énergie contenue (figure 5), la part du pétrole brut passe à 91% ! C'est parce qu'un certain nombre des catégories ci-dessus ont un pouvoir calorifique **volumique** qui est sensiblement inférieur à celui du pétrole brut. Par exemple le pouvoir calorifique volumique de l'éthanol et celui du LGN ne sont que d'environ les 2/3 de celui du pétrole brut.

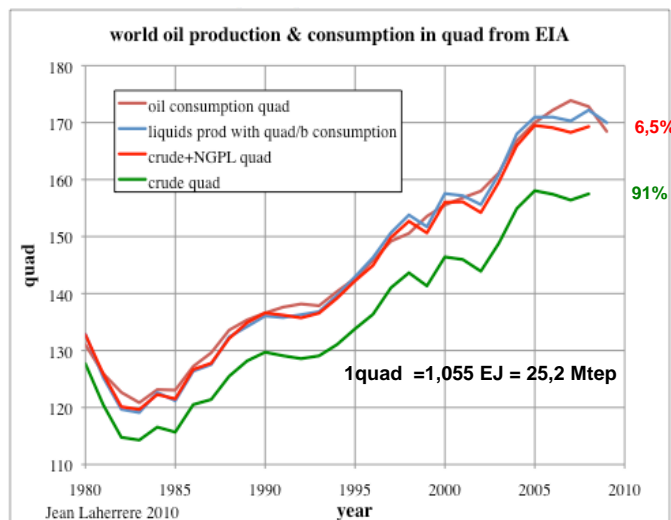


Figure 5 : proportions des différentes catégories de pétrole, exprimées en énergie contenue, et leur évolution depuis 1980. Courtoisie Jean Laherrère.

L'avantage énergétique du pétrole brut serait encore plus important si l'on tenait compte des quantités d'énergie dépensées pour produire les différentes catégories. Par exemple, on utilise beaucoup de gaz naturel pour produire les bitumes du Canada, mais l'énergie ainsi dépensée n'est pas déduite dans les statistiques pétrolières. Ces faits, qui montrent que l'apport énergétique du pétrole au sens large repose essentiellement sur la production du pétrole brut « conventionnel », sont passés sous silence, peut-être parce qu'ils montrent le peu d'importance, au moins pour l'instant, des « nouveaux pétroles » qui font la une des journaux et l'espoir de l'humanité, et la lenteur de leurs progrès.

D'un point de vue énergétique, c'est donc l'évolution de la production de pétrole brut qui doit nous concerner au premier chef, et secondairement celle du LGN. Les autres catégories ne représentent pour l'instant qu'un petit appoint certes utile, mais que l'on peut pour l'instant négliger en première approximation à l'échelle mondiale. Pour certains pays, cet appoint est toutefois important, en particulier le Brésil grâce aux biocarburants (BTL) tirés de la canne à sucre, et les Etats-Unis grâce aux biocarburants tirés du maïs et aux XH provenant des bitumes du Canada. Cependant, le bilan énergétique réel de ces productions n'est pas clair, car il faut des quantités importantes d'énergie pour produire les biocarburants et les XH.

A cette complexité due à la variété des produits qui sont pris en compte dans les estimations de la production mondiale de pétrole s'ajoutent les incertitudes ou même les erreurs de comptabilité. D'une instance à l'autre, les écarts peuvent être importants. Donner des valeurs très précises dans ce domaine n'a donc guère de sens.

La date du pic pétrolier mondial (Peak Oil)

La discussion sur l'existence et/ou la date exacte du Peak Oil vient (provisoirement ?) de se calmer après la publication du World Energy Outlook 2010⁸ de l'Agence Internationale de l'Energie: Selon ce WEO 2010 la production mondiale de **pétrole brut** ne dépassera jamais plus les **70 millions de barils par jour (Mb/d) (hors gains de raffinage)** atteints en 2006 (figure 6).

Figure 3.19 • World oil production by type in the New Policies Scenario

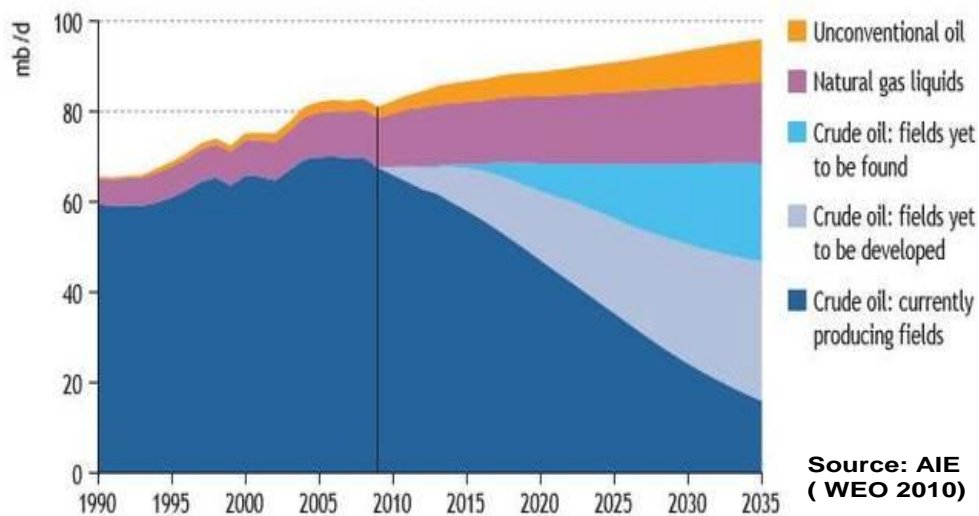


figure 6: prévisions de productions à l'échéance 2035 des différentes catégories de pétrole selon le WEO 2010 de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE). Les gains de raffinerie, qui représentent environ 3 Mb/d, ne sont pas ici pris en compte.

L'AIE prédit cependant que cette production restera très peu en dessous de ce maximum et à peu près constante d'ici 2035, à **68 Mb/d**, grâce à la mise en production des gisements récemment découverts mais qui ne sont pas encore en production, à la découverte de nouveaux gisements, et aux progrès de la récupération du pétrole. Un accroissement de la production des liquides extraits des gisements de gaz naturel (LGN), des pétroles extralourds (XH), et un développement rapide des **carburants non pétroliers (XL)** tirés de la biomasse (BTL), du gaz naturel (GTL), du charbon (CTL) et des schistes bitumineux (STL), feraient

même que les quantités disponibles, toutes catégories confondues, atteindraient en 2035 **96 Mb/d, et même 99 Mb/d** en y incluant les gains de raffinage.

Les géologues pétroliers de l'Association for the Study of Peak Oil and Gas (ASPO), qui avaient prévu avec une remarquable précision la date du pic du pétrole brut conventionnel il y a plus de dix ans, pensent quant à eux que la production totale de pétroles, toutes catégories confondues, et compte-tenu de la crise qui vient de se produire, ne sera en 2035 que d'environ **75 Mb/d et peut-être bien moins** (figure 7). Cela surtout à cause d'un déclin bien plus rapide de la production de pétrole brut conventionnel que ce prévoit l'AIE. Les augmentations de production des LGN, des XH et de celle des XTL n'arriveront pas, et de très loin, à compenser ce déclin. Certes leurs augmentations seront importantes en valeur relative, mais elles seront très insuffisantes dans l'absolu.

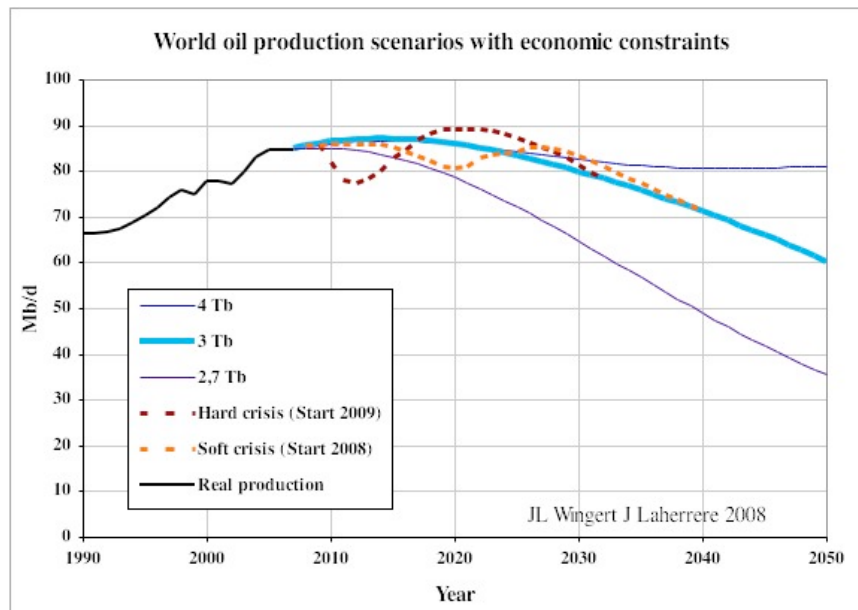


Figure 7 : les prévisions faites en 2008 par Laherrère et Wingert⁹, de l'ASPO, qui tenaient compte de manière prémonitrice de l'éventualité d'une crise. Trois hypothèses de réserves ultimes sont envisagées: 2 700 milliards de barils (2,7 Tb), 3 000 milliards de barils (3 Tb, le plus probable) et 4 000 milliards de barils (4 Tb). Pour des réserves ultimes de 3Tb, un scénario sans crise (courbe bleue) et deux scénarios de crise (courbe jaune et courbe marron) sont envisagés : crise molle commençant en 2008 et crise dure commençant en 2009. Dans les trois cas, la production, toutes catégories confondues, serait en 2035 de 75 Mb, soit 21 Mb/d de moins qu'annoncé par l'AIE. La production de 96 Mb/d prévue par l'AIE ne serait même pas tenable avec 4 Tb de réserves ultimes !

L'AIE est classée parmi les optimistes modérés (il existe des hyperoptimistes, comme par exemple le Cambridge Energy Research Associates (CERA)), et l'ASPO parmi les pessimistes. On peut cependant noter que les prévisions de l'AIE ont toujours été systématiquement au-dessus de la réalité, et cela de beaucoup. Quant à celles du CERA... !

Entre les deux on trouve par exemple la Compagnie Total¹⁰, dont les experts pensent maintenant que l'on arrivera entre 2015 et 2020 à un maximum de production d'environ 95 millions de barils par jour (Mb/d), soit 35 milliards de barils par an, toutes catégories confondues, suivi d'une décroissance à partir de 2020. La production en 2035 serait encore de l'ordre de 80 millions de barils par jour (Mb/d), soit 29 milliards de barils par an.

Remarquons au passage que le prix du pétrole sur le marché n'a pas été jusqu'à présent assez élevé pour favoriser beaucoup les investissements dans les XH et les XL, dont le coût est très important, ce qui compromet leurs possibilités de production à court et moyen terme.

D'autre part, de grands projets de mise en production de gisements de pétrole conventionnel sont très risqués et prennent sans arrêt du retard: c'est le cas entre autres de l'énorme gisement de Kashagan en Mer Caspienne kazakhe (35 milliards de barils de réserves annoncés !) dont la mise en production rencontre d'énormes difficultés du fait de la teneur importante en hydrogène sulfuré du pétrole et de la très forte pression qui y règne. Il faut s'attendre à des difficultés analogues avec les réserves de pétrole considérables découvertes sous des sédiments salifères au large du Brésil.

Cela renforce la position des pessimistes sur l'évolution temporelle de la production pétrolière, toutes catégories confondues.

Par contre, la production de LGN augmentera plus ou moins au prorata de la production du gaz naturel, dont ils sont extraits. Or la production de gaz naturel est actuellement en hausse rapide. Le gaz de schiste, dont on parle beaucoup en ce moment, contient aussi un peu de LGN, du moins aux Etats-Unis.

Notons que la différence entre les optimistes et les pessimistes est moins dans l'évaluation des réserves sur lesquelles on pourra compter dans l'avenir, que dans la vitesse avec laquelle on pourra réellement les mettre en production. Or rappelons encore une fois que cette vitesse de production est bien le paramètre essentiel qui détermine la vitesse de production des biens matériels et donc la croissance des économies, ou leur décroissance, et non le montant des réserves, comme expliqué plus haut.

Bien entendu, puisque la population de la planète continue d'augmenter, la quantité moyenne de pétrole disponible par habitant va diminuer encore plus vite que la production.

Un déclin rapide des quantités de pétrole disponibles sur le marché international

Cela étant dit, le fait majeur à prendre en compte dans une discussion sur l'avenir de notre approvisionnement en pétrole est que la disponibilité du pétrole sur le marché international va décliner plus vite que sa production. Car non seulement les pays exportateurs actuels vont produire de moins en moins, mais ils vont aussi consommer de plus en plus de pétrole pour leurs propres besoins, à cause de l'augmentation de leur population et de leur développement économique, mais aussi chez beaucoup d'entre eux à cause d'une politique électorale de subvention des carburants dans les années passées, qui a conduit à un fort développement de l'automobile. Il faut également s'attendre à une certaine prudence de leur part et donc à une réticence à augmenter leur production même quand cela sera encore possible, pour préserver l'avenir. L'écart va donc s'accroître progressivement entre quantités productibles et quantités mises sur le marché. C'est en tous cas ce que l'on observe depuis 2005 (figure 8).

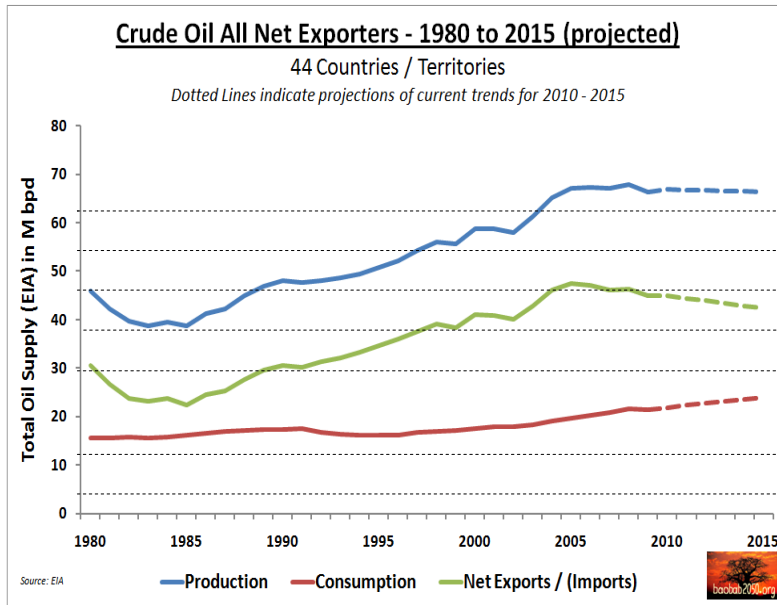


Figure 8 : production, consommation et exportations cumulées de pétrole de 44 pays exportateurs depuis 1980. Les exportations ont diminué de 5 % depuis 2005 et l'on prévoit qu'elles diminueront encore de 5 % d'ici 2015. Source Oil Drum, d'après des données de l'EIA.

La concurrence des grands pays émergents

Le développement accéléré des grands pays émergents, en particulier de la Chine et de l'Inde, entraîne un accroissement très rapide de leur consommation de pétrole.

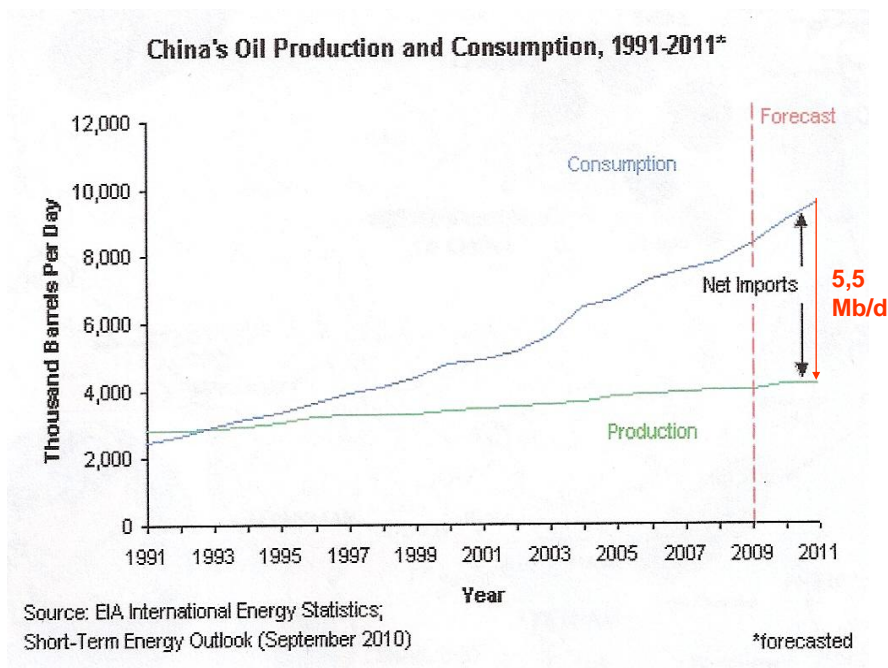


Figure 9 : évolution de la production et de la consommation de pétrole de la Chine depuis 1991, d'après l'EIA.

Ce développement de la «Chindia» a déjà un effet plus important sur les possibilités d’approvisionnement des pays développés que la réduction progressive des quantités mises sur le marché. La consommation pétrolière de la Chine a par exemple presque doublé au cours des dix dernières années (figure 9), et ses importations ont dépassé cette année celles du Japon. A ce rythme elles auront dépassé celles des Etats-Unis (10 à 11 Mb/d) d’ici dix ans !

L’Inde suit d’assez loin mais progresse rapidement.

Il faut s’attendre à une croissance plus rapide encore dans les années qui viennent, étant donné l’accroissement du nombre de véhicules par habitant dans ces deux pays.

Attention au plafond de verre !

Si les pays développés ne s’adaptent pas très vite à ce déclin prévisible de leur approvisionnement en pétrole sous le double effet du déclin des exportations et de la concurrence des pays émergents, en réduisant corrélativement leur consommation, les prix du pétrole flamberont ! Et la moindre crise dans un pays exportateur important, d’ordre politique, technique ou climatique suffira à mettre le feu. Cela vient de se vérifier avec la diminution de la production pétrolière de la Libye.

Les prix du pétrole et ceux des autres énergies étant pour l’instant fortement corrélés, les prix des autres énergies augmenteront également.

Mais surtout cette augmentation du prix du pétrole sera le signal que les quantités d’énergie disponibles seront devenues insuffisantes pour assurer une croissance matérielle des pays industriels dans les conditions d’efficacité énergétique du moment. Car, rappelons-le encore une fois, il est physiquement impossible d’accomplir une action matérielle sans énergie, et donc aucun développement matériel n’est possible sans augmentation de la consommation d’énergie. Ceci s’entend bien sûr en l’absence de mesures pour augmenter l’efficacité énergétique, c’est-à-dire le rendement énergétique des machines, et pour éliminer le gaspillage. Mais ces mesures ne peuvent avoir d’effets notables qu’au prix d’importants efforts soutenus pendant longtemps.

Attention alors au phénomène du «plafond de verre»: depuis 1965, date à laquelle le pétrole est devenu notre principale source d’énergie, les fortes augmentations du prix du pétrole ont été suivies de récessions sévères dans les grands pays industrialisés, aux Etats-Unis dès que la facture pétrolière a atteint ou dépassé 4 % du PIB (figure 10).

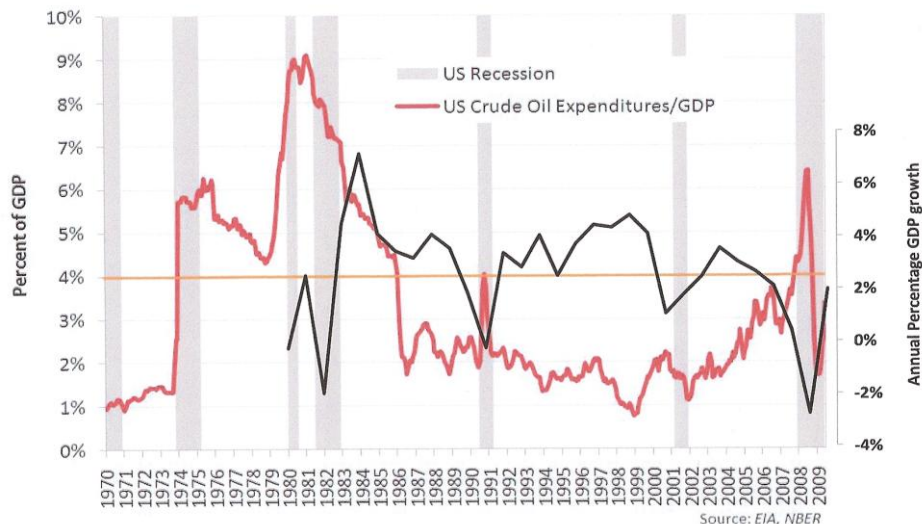


Figure 10 : relations entre la part de la facture pétrolière dans le PIB (courbe rouge) et la croissance économique (courbe noire) aux Etats-Unis. Source: Skrebowski 2010¹¹.

Cette limite de 4% pourra paraître bien faible à certains pour déclencher de tels effets. Mais elle est la traduction d'une diminution globale de la disponibilité de l'énergie, et pas seulement du pétrole. Or nous avons vu les effets considérables sur le PIB d'une diminution même relativement faible de cette disponibilité. Ces effets sont également sensibles dans les pays en voie d'industrialisation comme la Chine, mais moins pour l'instant car leur consommation énergétique et leur industrialisation sont encore relativement faibles.

Les pays développés pourraient donc se trouver très bientôt dans une situation où toute croissance matérielle rapide et substantielle buterait sur un plafond invisible, car faute d'une disponibilité suffisante de pétrole, elle provoquerait une augmentation des prix de l'énergie suivie d'une récession. Cette récession entraînerait une diminution de la consommation, et la reprise une augmentation, et ainsi de suite.

Attention également à ce que le partage des quantités disponibles de pétrole entre les grands pays consommateurs, et en particulier entre les trois premiers ensembles consommateurs, par ordre d'importance actuellement les Etats-Unis, l'Europe et la Chine, et entre ceux-ci et le reste de la planète, pourrait bien s'établir sur la base de l'influence et de la force de chacun.

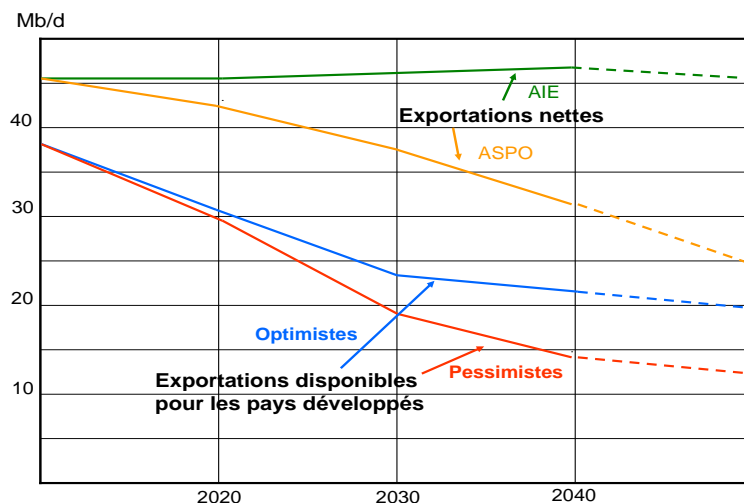


Figure 11 : Evolution au cours du temps des quantités de pétrole mises sur le marché, toutes catégories confondues, déduites des prévisions de l'AIE et de l'ASPO, et des quantités disponibles pour les pays développés, compte-tenu de la consommation probable des grands pays émergents.

L'analyse ci-dessus a certes besoin d'être affinée (*pour la France, ce travail ne devrait-il pas être confié à une mission d'information parlementaire étant donné l'importance stratégique du sujet ?*), car elle est faite par extrapolation des tendances actuelles. Bien des choses peuvent se produire dans les dix années qui viennent, peut-être même une panne des grandes économies émergentes faute d'énergie. Mais on peut tenter à ce stade de réflexion de proposer la feuille de route approximative suivante pour les pays développés n'ayant pas de ressources pétrolières significatives sur leur territoire: par rapport à 2010, réduction de leur consommation d'environ un tiers d'ici 15 ans, 50 % d'ici 25 ans, et 60 % d'ici 35 ans, en prenant la moyenne des estimations des optimistes et des pessimistes! (figure 11) .

Cette analyse devrait bien sûr être complétée par une analyse des possibilités de substitution du pétrole par d'autres énergies, qui est esquissée un peu plus loin.

L'Europe en mauvaise posture

Selon Eurostat, l'Europe dans son ensemble, en y incluant la Norvège et la Suisse, a consommé en 2008 680 Mt de pétrole brut (conventionnel), autant qu'en 1996. Elle en a importé 350 Mt en 1996, et 460 Mt en 2008. L'EU 27 a consommé en 2008 664 Mt (13,6 Mb/d) de pétrole brut, dont 560 Mt étaient importés. La France a consommé en 2008 84 Mt de pétrole brut, en légère diminution depuis 10 ans, et produit 1 Mt en légère diminution également. Elle est depuis très longtemps déjà tributaire à peu près complètement de ses importations.

L'Europe, en y comprenant la Norvège, ne possède qu'une province pétrolière importante, la Mer du Nord. Celle-ci a atteint son pic de production, à 6 mb/d (300 millions de tonnes par an), entre 1996 et 2001 (figure 12). Elle est maintenant de 40 % plus faible, et sera probablement réduite à environ 1mb/d en 2020 ! Ni les progrès réalisés en exploration et en récupération du pétrole, ni les augmentations de prix du pétrole n'ont permis d'enrayer ce déclin, car celui-ci est dû au fait que les découvertes de nouveaux gisements en Mer du Nord sont depuis longtemps insuffisantes à compenser la baisse de plus en plus rapide de la production des anciens.

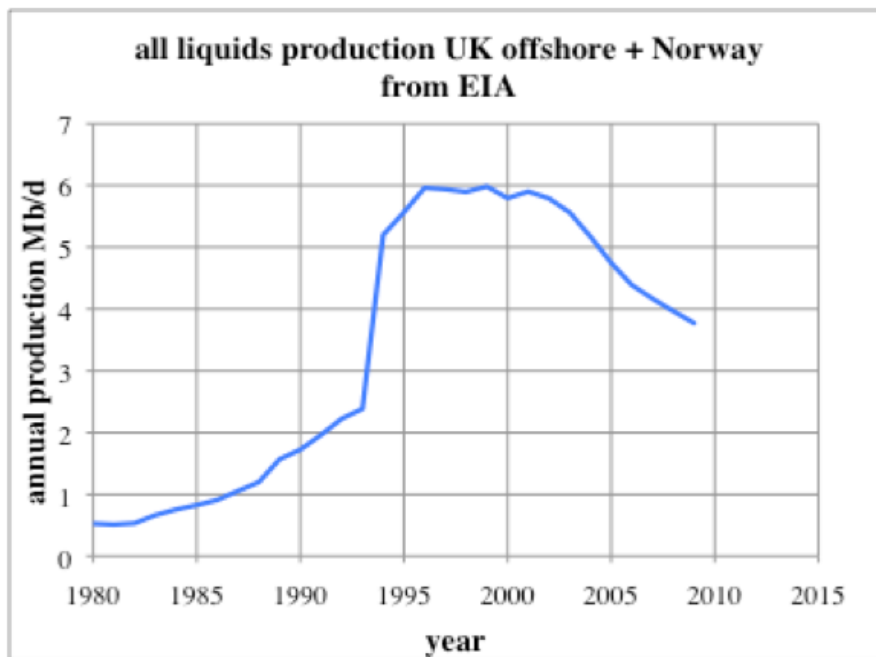


Figure 12: évolution de la production de la Mer du Nord depuis 1980 selon l'EIA. Courtoisie Jean Laherrère.

Déjà très dépendante du marché international, l'Europe, à l'exception de la Norvège dont la production permettra sans doute d'assurer à peu près sa consommation (faible du fait de sa faible population) pendant encore une dizaine d'années après 2020, ne pourra même plus

compter d'ici 10 ans environ sur le maigre filet de sécurité que représente encore la Mer du Nord.

Face à ces perspectives, il est d'un intérêt stratégique pour les pays européens de diminuer très rapidement et considérablement leur consommation pétrolière, sous peine de n'avoir plus grand espoir de croissance matérielle pendant longtemps.

Des mesures à prendre d'urgence

L'urgence est grande pour l'Europe: A moins d'un miracle, il faudrait qu'elle soit capable de diviser par deux sa consommation d'ici 25 ans et de 60 % d'ici 35 ans ! Si elle veut minimiser les difficultés économiques qui seraient provoquées par des variations chaotiques du prix du pétrole, il faut qu'elle s'y mette immédiatement et massivement. **Toute politique énergétique européenne doit donc mettre en tête de son agenda la réduction rapide de la consommation pétrolière, et les moyens permettant de le faire.**

La politique à suivre ne peut plus se contenter de mesures qui ne trouveraient leur plein aboutissement qu'à moyen terme (25 ans). Il faut impérativement les compléter par des mesures ayant des effets immédiats ou à court terme. Car on a vu qu'à échéance de 15 ans, il est fort probable qu'il sera nécessaire d'avoir déjà diminué la consommation d'un tiers.

En Europe des 27, 80 % des produits pétroliers actuellement issus des raffineries sont des carburants (65%) et du fuel domestique pour le chauffage (15 %) (figure 13). C'est donc sur ces deux postes qu'il faut agir en priorité¹², et cela d'autant plus qu'il faut laisser le pétrole aux activités où il est pour l'instant irremplaçable. pétrochimie. pharmacie. aviation...

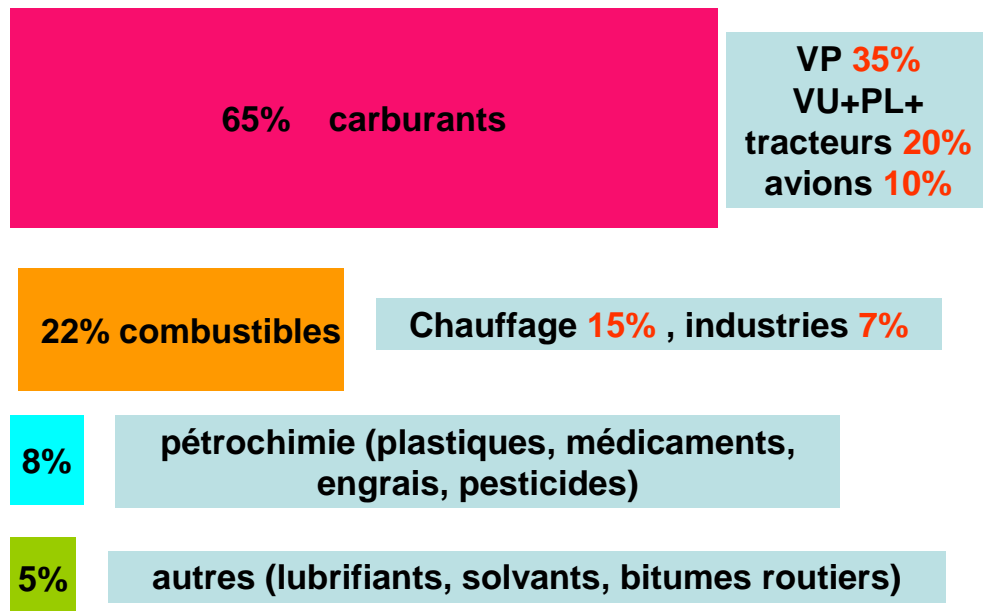


Figure13 : grandes utilisations finales du pétrole en Europe, en %

Le fuel domestique représente un poste important, mais facile, du moins en théorie, à réduire par un vigoureux effort d'isolation des bâtiments anciens et une mise en œuvre effective des normes basse consommation dans les bâtiments neufs.

Notons au passage que cet effort a aussi un caractère stratégique à cause de l'importance des dépenses énergétiques dans les secteurs résidentiel et tertiaire (en France 45 % de la consommation d'énergie finale, dont environ 30 % pour le seul chauffage). De plus, le chauffage nécessite la disponibilité d'une grande puissance énergétique sur de courtes périodes, à cause de sa saisonnalité. Il conditionne donc non seulement une très grande partie des besoins énergétiques de l'avenir mais aussi l'importance des investissements dans le domaine énergétique. Il doit donc faire partie des toutes premières priorités.

Mais l'effort à faire est considérable et ne pourra pas porter ses fruits avant plusieurs décades. **Il faut donc dès à présent décourager l'utilisation du fuel comme moyen de chauffage** et faciliter en même temps la mise en œuvre d'alternatives à court terme utilisant de préférence les énergies renouvelables, telle que le relevage des chaudières à fuel par la chaleur solaire, via les chauffe-eaux solaires et les pompes à chaleur, et par la biomasse utilisée de préférence dans des réseaux de chaleur (en particulier à cause des dangers des produits de la combustion du bois, mal maîtrisés chez les particuliers).

Chauffage électrique et au gaz naturel peuvent être utilisés comme énergie de remplacement pendant un temps s'il faut accélérer le mouvement. Il faut cependant prendre garde, en ce qui concerne le gaz naturel, à ce qu'il suive le sort du pétrole avec un décalage de vingt ans environ. D'autre part une rapide augmentation de sa consommation poserait en France des problèmes importants de développement et d'adaptation du réseau gazier, et donc de coûts. Le problème principal est posé par la consommation de carburants par les transports, qui en dépendent à 98 %. Et ce problème est un véritable casse-tête.

Les méthodes proposées pour le résoudre sont pourtant légion :

- produire des carburants liquides d'origine non pétrolière: biocarburants (BTL), carburants produits à partir du gaz naturel (GTL) du charbon (CTL) ou des schistes bitumineux (STL)
- développer les véhicules utilisant le gaz sous forme de gaz naturel véhicule (GNV)
- développer les véhicules électriques à batterie, les véhicules hybrides ou hybrides rechargeables ou encore les véhicules à pile à combustibles utilisant de l'hydrogène-carburant¹³,
- développer les transports en commun et le ferroutage, etc...

Mais ces méthodes seront bien moins commodes d'emploi et leur usage sera bien plus coûteux que celui des carburants pétroliers. C'est d'ailleurs pourquoi elles sont si peu utilisées actuellement.

Beaucoup créeront des « dommages collatéraux », par exemple :

- pour le BTL, les quantités limitées de biomasse utilisables, et la nécessité de disposer de très grandes surfaces dont une bonne partie devra être prise sur les terres agricoles. Le recours aux biotechnologies pour la production d'algues unicellulaires diminuerait cette contrainte, mais l'industrialisation en paraît bien lointaine.
- pour le GNV, le GTL, le CTL, et pour l'hydrogène-carburant ou l'électricité qui seraient produits à partir de gaz naturel ou de charbon, un fort accroissement de la consommation de ces derniers¹⁴.
- pour le CTL, un accroissement des émissions globales de gaz à effet de serre et des pollutions atmosphériques dues aux transports¹⁵ par rapport à l'utilisation des carburants pétroliers. Cet accroissement aurait également lieu, mais dans une moindre mesure, pour l'hydrogène-carburant et l'électricité produits à partir de charbon.

Un accroissement rapide de la contribution de l'électricité aux transports, via les véhicules électriques à batterie ou les véhicules hybrides rechargeables, mais aussi les transports en commun, implique un développement corrélatif important de la production d'électricité. Quelle quantité sera-t-elle nécessaire et comment cette électricité sera-t-elle produite? Et comment stocker¹⁶ l'électricité pour ajuster la production à la consommation? Les batteries des véhicules pourront-elles servir comme certains l'envisagent à cet ajustement ?

De tout cela, rien n'émerge pour l'instant de véritablement enthousiasmant. Une recherche scientifique et technologique d'une ampleur considérable est nécessaire pour y voir clair. Le temps nécessaire pour que ces méthodes puissent être validées et mises en place à une échelle significative sera bien trop important pour que puisse être ainsi compensée la rapidité du déclin des quantités de pétrole disponibles sur le marché international. Même avec un programme d'urgence (« crash program », comme disent les Américains¹⁷) dans ces domaines on n'y arrivera pas. Et les prix du pétrole ne sont pas encore suffisants pour attirer véritablement les « investisseurs ».

Tout en accélérant la mise en œuvre des plus pertinentes de ces méthodes, d'autres actions sont donc nécessaires pour faire face à l'urgence.

Or il est possible de faire baisser considérablement et rapidement la consommation de carburants des véhicules actuels à moteur thermique par des moyens déjà à notre disposition. Cela peut se faire :

- Par un « effort citoyen »: diminuer sa vitesse moyenne de 10 % sur ses trajets habituels, pratiquer l'écoconduite et n'utiliser la climatisation que lorsqu'elle est vraiment nécessaire permettent de diminuer d'environ 30 % la consommation d'un véhicule par rapport à une conduite « normale ». Une diminution de 5 à 10 % est encore possible en diminuant son kilométrage annuel par une utilisation plus importante des transports en commun tels qu'ils sont, en rationalisant ses déplacements, et en choisissant de ne pas utiliser sa voiture pour des trajets très courts pouvant être faits à pied ou à bicyclette. Ce ne sont que des efforts sur nous-mêmes, sans investissement ni technologie nouvelle ! Par nécessité, beaucoup d'automobilistes l'ont fait spontanément lors de la récente grève des raffineries. Mais chacun gagnerait, en particulier financièrement, à ce que cet effort soit effectivement citoyen plutôt qu'imposé par des augmentations astronomiques de prix des carburants provoquées par des pénuries.

- Par une amplification de l'effort technologique en cours chez les constructeurs: allègement des véhicules, arrêt du moteur lors des attentes (stop-start), améliorations de rendement des moteurs (downsizing, combustion homogène...), hybridation, systèmes de récupération de l'énergie de freinage, permettent déjà de diminuer de 20 % environ la consommation moyenne des véhicules ainsi conçus.

- Par le renforcement des politiques de bonus/malus en faveur des véhicules économes, et leur extension aux véhicules utilitaires et aux poids lourds dont la consommation est en fort accroissement et représente maintenant environ 30 % de la consommation totale de carburants.

Au total, ces méthodes permettent d'espérer une réduction d'environ 40 % de la consommation du parc de voitures particulières, et de 25 % de celle des véhicules utilitaires et des poids lourds dans les quinze ans à venir. Mais observons que la plus grande partie de ces gains ne peut venir que de la coopération active des conducteurs, qui restent pour l'instant à convaincre.

Avec les économies de fuel, c'est donc d'environ un tiers qu'il est en principe possible de faire baisser la consommation de pétrole en Europe dans les quinze ans qui viennent.

Il devrait donc être ainsi possible dans les pays européens d'abaisser la consommation dans des proportions suffisantes pour faire face au déclin annoncé de la disponibilité du pétrole sur le marché international d'ici à 15 ans environ. Cela donnerait aussi à des actions qu'il est tout aussi indispensable d'entreprendre maintenant mais dont le plein aboutissement ne peut être qu'à moyen et long terme, du temps qui autrement leur manquerait cruellement: en particulier le développement d'un transport électrique (véhicules légers) utilisant une électricité décarbonée, et une politique de la ville et des déplacements vigoureusement orientée vers un usage plus limité des transports, avec une place beaucoup plus grande pour les transports collectifs et les modes de déplacements « doux ».

Une telle mobilisation citoyenne et une telle politique iraient dans le sens d'un renforcement économique de l'Europe.

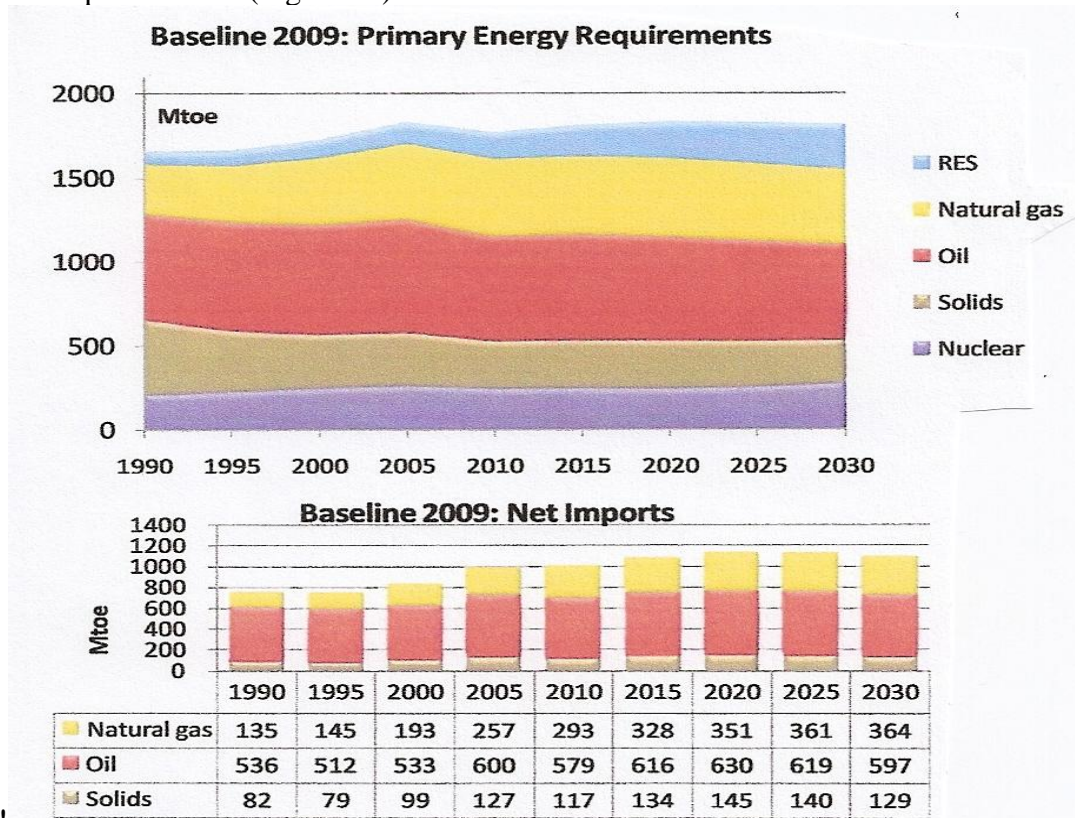
Mais il faut également espérer, pour garantir aussi bien le court que le moyen terme, que d'autres ensembles géopolitiques ponctionnant actuellement très fortement le marché pétrolier fassent en même temps tous leurs efforts pour réduire leur consommation, en premier lieu les Etats-Unis, premier consommateur mondial et les pays du Moyen-Orient, très gaspilleurs également.

Quant au long terme, 40 ans et plus, il est bien incertain, tant notre approvisionnement pétrolier sera de plus en plus soumis, non seulement aux réductions des quantités disponibles, mais aussi aux aléas géopolitiques.

L'Europe prend-elle le bon chemin ?

Quelle sera en réalité la politique suivie par l'Europe ? Pour l'instant, elle paraît suicidaire, si l'on en croît les prévisions affichées par la Commission Européenne dans un récent document¹⁸ qui est la synthèse des prévisions des Etats membres: en 2030 la consommation de pétrole serait à peine plus faible qu'en 2010, et les importations de pétrole de l'EU 27

n'auraient pas diminué (Figure 14)



14) !

Figure 14 : prévisions faites en 2009 par la Commission Européenne de la consommation d'énergie primaire et des importations de combustibles fossiles de l'EU 27 jusqu'en 2030 (Energy trends to 2030, 2009 update), d'après les déclarations des Etats membres.

A moins que l'Europe ne pense arriver à convaincre ses grands concurrents pour l'accès au pétrole, les Etats-Unis, la Chine et bientôt l'Inde, de lui laisser une place plus grande sur le marché international, soit par la force, soit par l'argent ?

Un frémissement vient cependant d'avoir lieu, puisque le Commissaire à l'énergie vient de déclarer¹⁹ que la production mondiale de pétrole brut avait atteint son maximum possible. C'est un grand changement par rapport aux années précédentes.

On observe aussi que depuis quelque temps le débat sur les problèmes énergétiques s'intensifie en Europe. Mais l'accident de Fukushima a exacerbé ce débat, au détriment de la réflexion.

Devant l'urgence, peut-être faudrait-il d'ailleurs enfin quitter le stade de la réflexion pour passer à l'action: le besoin d'une politique énergétique beaucoup plus active et coordonnée entre les pays européens se fait sentir. Ne faudrait-il pas créer dans cette intention une institution uniquement en charge de cette politique, à l'image de l'ancienne Communauté Economique du Charbon et de l'Acier ?

Références et commentaires

1- L'énergie des sources naturelles, dite énergie primaire, est d'abord transformée en une forme d'énergie utilisable par le consommateur, puis acheminée jusqu'à lui. L'énergie ainsi fournie au consommateur est appelée énergie finale. Il faut ensuite transformer cette énergie finale en une énergie permettant d'accomplir l'action désirée : c'est l'énergie utile. Chacune de ces étapes s'accompagne d'une dissipation d'énergie inutilisée, en général sous forme de chaleur. L'amélioration des rendements des « convertisseurs » des énergies les unes dans les autres permet d'améliorer le rendement énergétique global de la transformation de l'énergie primaire en énergie utile, qui est actuellement faible, de l'ordre de 20 % seulement. Une amélioration de ce rendement est possible, mais pas dans des proportions considérables, et prendra du temps. C'est pourquoi la maîtrise des consommations d'énergie passe surtout par un changement profond des habitudes de consommation. On peut aussi consommer moins d'énergie en évitant les actions inutiles, par nécessité ou par choix. Dans ce dernier cas, cela relève de la philosophie personnelle.

2 – Ayres, R.U. and Warr, B., 2010: *The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity*. Editions EE.

3- Pétrole, gaz et charbon se forment dans des ensembles géologiques appelés bassins sédimentaires. Ceux-ci ont commencé par être des dépressions de l'écorce terrestre envahies par les eaux, dans lesquelles se sont empilés au cours de l'histoire géologique des couches de sédiments de nature variée. Ceux qui étaient riches en débris organiques ont donné naissance aux combustibles fossiles. On appelle province pétrolière, gazière ou charbonnière une zone géographique où existent des gisements de l'un ou l'autre de ces combustibles fossiles, gisements dont les caractéristiques géologiques de leur formation ont été sensiblement les mêmes.

4-Warde,P., 2009: *Energy and Natural Resources Dependancy in Europe,1600-1900*. Brooks World Poverty Institute, Working Paper77. University of East Anglia.

5- Hubbert, M.K. (1982). *Techniques of Prediction as Applied to Production of Oil and Gas*, US Department of Commerce, NBS Special Publication 631, May 1982.

6- Campbell, C.J. and Laherrère, J., 1998: *The End of Cheap Oil*, Scientific American, March 199.

7- Rojey, A. et al., 1994: *Le gaz naturel, production, traitement, transport*. Editions Technip.

8- Agence Internationale de l'Energie, 2010 : *World Energy Outlook (WEO) 2010*.

9- Laherrère, J, et Wingert, J-L., 2008: *Forecast of liquids production assuming strong economic constraints*. ASPO 7th annual conference- Barcelona, Spain, October 20 th 2008.

10 – Masset, J-M., 2010 : *Pétrole, pic ou plateau ?* in «10 enjeux des géosciences », BRGM, Dossier spécial pour l'Année internationale de la planète Terre.

11- Skrebowski, C., 2010: *PeakOilUpdate. Introducing ESOP*

<http://www.aspousa.org/2010presentationfiles/>

12- Les 20% restants sont le fait des besoins de chaleur de l'industrie (7%), de la pétrochimie (8%) et des lubrifiants et bitumes routiers (5%).

L'industrie peut encore réduire ses besoins, et utilise surtout des résidus de raffinage.

La pétrochimie utilise les fractions les plus légères issues du raffinage (naphta) et sera moins affectée que les transports ou le chauffage parce qu'elle bénéficiera de l'augmentation de production des liquides de gaz naturel issus des gisements de gaz. Les lubrifiants et les bitumes qui utilisent au contraire les fractions les plus lourdes, bénéficieront de l'augmentation de la production des XH.

13- *L'hydrogène-carburant est souvent présenté comme la solution pour faire rouler les véhicules de l'avenir: le couple hydrogène/pile à combustibles permettant de l'utiliser pour faire tourner un moteur électrique, est assimilé au couple carburants pétroliers/ moteur à explosion qui est actuellement opérationnel. C'est oublier que l'hydrogène n'existe pas dans la nature et doit être fabriqué, soit à partir des combustibles fossiles, soit à partir de l'eau par électrolyse. S'il est produit à partir du gaz naturel comme actuellement, il est facile de démontrer qu'une voiture à hydrogène utilisant de l'hydrogène ainsi fabriqué n'est pas compétitive avec une voiture utilisant directement le gaz naturel. S'il est produit avec du charbon, elle n'est pas compétitive avec une voiture classique utilisant du CTL. Si l'hydrogène provient de l'électrolyse de l'eau, la voiture à hydrogène n'est pas compétitive avec une voiture électrique à batterie utilisant la même électricité, sauf en ce qui concerne l'autonomie qui est un peu plus grande.*

La meilleure utilisation de l'hydrogène serait sans doute de l'employer à augmenter la productivité en carburant des méthodes XTL et en particulier du BTL et d'utiliser ce carburant dans des véhicules classiques. Il deviendrait alors possible d'environ doubler la production de BTL produit à partir d'une même quantité de biomasse. Mais il faudrait évidemment que l'hydrogène soit produit par électrolyse de l'eau avec une électricité décarbonée (nucléaire, éolien, solaire) et non avec du gaz naturel ou du charbon.

14- *A partir des prévisions d'évolution de la consommation mondiale sur les bases actuelles, on estime que la production mondiale de gaz naturel devrait commencer à décliner pour des raisons géologiques d'ici vingt à trente ans, malgré le récent essor des gaz de schistes aux Etats-Unis, et celle de charbon d'ici quarante ans. La fabrication à partir d'eux de carburants, d'hydrogène-carburant ou d'électricité pour faire rouler les voitures réduirait très sensiblement ces délais. A titre d'exemple, le rendement énergétique global de la fabrication de CTL ou de GTL est de l'ordre de 40 à 50 %. Il faudrait donc, calculé en énergie contenue, de l'ordre de deux fois plus de gaz ou de charbon pour leur fabrication que de carburants remplacés. Ce rendement est un peu meilleur pour l'hydrogène-carburant fabriqué à partir du charbon et surtout du gaz. Ces rendements seraient encore diminués s'il fallait stocker en sous-sol le gaz carbonique produit par ces fabrications.*

15- *Les transports sont actuellement en France responsables d'environ 30 % du total des émissions de gaz à effet de serre. Le remplacement des carburants actuels par du CTL doublerait leurs émissions. Le stockage en sous-sol du gaz carbonique éliminerait une bonne partie des quantités émises à la production, mais n'éliminerait par les émissions des véhicules eux-mêmes. Globalement, les émissions n'augmenteraient alors que d'un tiers environ au lieu de doubler. De toutes façons, il ne faut pas attendre un développement significatif de ces stockages avant plusieurs décennies.*

16- *A l'heure actuelle, on ne sait pas stocker l'électricité en grandes quantités. L'amélioration des capacités massiques des systèmes de stockage est un point essentiel du développement, aussi bien des voitures électriques que des électricités d'origine éolienne et solaire. Une intensification des recherches sur ce thème est hautement souhaitable.*

17- Hirsch, R., 2010 : The impending world energy mess

<http://www.aspousa.org/2010presentationfiles/>

18- Commission Européenne, 2010 : Energy Trends to 2030, update 2009. Directorate-General for energy.

19- Dépêche de l'agence Reuters du 10 Novembre 2010.