



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences sociales
Département d'économie



Note

sur

**« Les réserves pétrolières : entre l'épuisement
physique et l'épuisement économique »**

**Par Antoine AYOUB
Professeur émérite
Fondateur du GREEN
Université Laval
Québec – CANADA**

**Colloque sur « Les défis énergétiques du XXIème siècle »
Les Entretiens Jacques Cartier
30 novembre – 2 décembre 2009 - Chambéry – France**

I – Introduction

Face au problème de l'épuisement des réserves pétrolières, deux thèses semblent occuper la scène, surtout médiatique. Les adeptes de la première, ne jurent que par le concept du « pic pétrolier » et proclament, à qui veut les entendre, que l'ère du pétrole tire à sa fin. Même s'ils divergent entre eux sur la date de ce fameux « pic » (10, 20, 30 ans?), ils sont tous d'accord, en revanche, pour confirmer que la tendance lourde va dans le sens de l'épuisement physique accéléré de ces réserves. Ils vont même plus loin, en signalant que la hausse considérable des prix pétroliers en 2008 (jusqu'à environ 154\$/bl) est justement l'indice irrécusable de cette tendance qui peut même conduire ces prix prochainement à des niveaux stratosphériques (200, 250 même 300\$/bl : les paris sont ouverts!). Pourtant, les réalités obligent à plus de modestie car les mêmes prix, comme on le sait, avaient chuté en l'espace de quelques mois de plus de 50%. Ils arrivent péniblement aujourd'hui à dépasser les 70\$/bl, après avoir frôlé un moment les 35\$/bl!

Ceux qui optent pour la deuxième thèse sont encore plus catégoriques et plus expéditifs. Ils rejettent en bloc toutes les données statistiques publiées concernant les réserves pétrolières. Selon eux, ces données sont manipulées par les gouvernements des pays producteurs ainsi que par les multinationales du pétrole et de la finance. C'est la fameuse « thèse du complot », ou doit-on plutôt dire « les » thèses du complot, car il en existe autant de thèses de ce genre que d'auteurs!

Pour essayer de voir un peu plus clair dans ce dossier, nous écartons d'emblée et intentionnellement l'examen des dernières thèses du complot car nous nous estimons incompetents pour ce genre d'exercice. Même si cette littérature ne manque pas, parfois, de stimuler notre imagination par le « suspens » qu'elle entretient! En revanche, nous allons consacrer notre exposé à l'examen de la thèse du « pic pétrolier » à la lumière de la théorie économique des ressources naturelles non-renouvelables (le cas du pétrole) et en regard de l'évolution constatée du secteur pétrolier ces dernières années. Mais, il faut souligner dès le départ que les lignes qui suivent sont plutôt des réflexions fondées sur une longue fréquentation des problèmes du secteur pétrolier beaucoup plus que sur des résultats d'une recherche en bonne et due forme.

Dans un premier temps, nous commencerons par établir la distinction à faire entre épuisement physique et épuisement économique des réserves pétrolières en précisant les facteurs qui sont à la base de cette distinction et tout en se référant à l'évolution du secteur pétrolier pour étayer nos points de vue.

Dans un deuxième temps, nous examinerons les fondements du concept du « pic pétrolier » tout en insistant sur les limites de ce concept quand on cherche à l'utiliser comme référence pour expliquer ou pour prédire l'évolution des marchés et des prix pétroliers.

Dans la troisième et dernière partie, nous insisterons surtout sur l'idée que la problématique des réserves pétrolières ne doit pas se limiter à la question de leur épuisabilité, mais doit aussi – peut-être même surtout – tenir compte de leur répartition géographique inégale entre les différents pays et les différentes régions du monde. D'où l'importance de tenir compte du rôle des facteurs géopolitiques et géostratégiques dans l'analyse des problèmes des réserves pétrolières. Il nous semble que ces facteurs seront plus dominants, dans les vingt prochaines années, que le problème de l'épuisement physique.

II – Quel épuisement?

L'approche économique du problème de l'épuisement des réserves pétrolières, plus généralement des réserves des ressources naturelles non-renouvelables, fait depuis longtemps la distinction entre épuisement physique et épuisement économique et en tire les conséquences.

1- Épuisement physique

Par épuisement physique, il faut entendre une situation où l'offre physique du pétrole se retrouve, à la limite, complètement épuisée au moment où sa demande continue, en principe, à exister.

C'est là, on conviendra facilement, une éventualité, certes possible en principe, mais très peu probable en réalité. En tout cas, dans une telle situation, on ne parlera plus de la rareté de la ressource, mais de sa disparition complète et totale. Il demeure, toutefois, que l'apparition d'un tel cas-limite dépend quand même des deux facteurs suivants :

- a) la connaissance parfaite et **définitive** du sous-sol de l'ensemble de notre planète (en terre et en mer) en réserves pétrolières, exploitables et potentielles.
- b) l'existence des capacités technologiques et humaines de pouvoir exploiter ces ressources et les produire.

Ces deux conditions, l'une comme l'autre, renvoient non seulement à nos connaissances et à nos capacités actuelles, mais tout aussi bien à leurs changements dans le temps, ce qui est, à l'évidence, de l'ordre de l'impossible, tant ce facteur est entouré d'incertitudes.

Tout cela indique clairement que même si, en théorie, l'hypothèse de l'offre fixe d'une ressource non-renouvelable est tout à fait soutenable, il n'en demeure pas moins vrai que la dimension de cette offre subit des changements dans le temps suite aux changements dans les conditions économiques et technologiques. D'où l'importance d'introduire la notion d'épuisement économique pour vraiment saisir la dynamique sous-jacente à la problématique de l'épuisement d'une ressource non-renouvelable, comme le pétrole.

En bref donc, l'épuisement physique de ces ressources ne peut être analysé en terme absolu, mais doit l'être en terme relatif par rapport à l'efficacité des mécanismes économiques gouvernant la détermination du volume des réserves de ces ressources dans le temps.

2- *Épuisement économique*

Toutes choses égales par ailleurs, cet épuisement est l'arrêt (qui peut être momentané) de l'exploitation (production) des réserves pétrolières en raison d'une hausse excessive de leur coût de production par rapport à des substituts possibles, existants ou potentiels.

Cette augmentation des coûts, qui peut être graduelle ou soudaine, entraîne en principe un accroissement des prix qui, à son tour, entraîne une diminution ou même un arrêt de la demande du pétrole en faveur d'un ou des substituts. Ce sont là, en d'autres mots, les indices d'identification de l'épuisement économique de la ressource. Mais, ces indices peuvent, toutefois, se heurter à trois contraintes :

- a) les changements des caractéristiques physiques ainsi que de la qualité des gisements qui sont, parfois, difficilement calculables.
- b) le progrès technologique qui varie constamment et qui peut annuler ou diminuer la hausse des coûts de production.
- c) la hausse des prix peut être due à des éléments de monopole ou de spéculation qui peuvent altérer le signal des prix et fausser les décisions.

Mais, quelle que soit la situation envisagée, le résultat final sera une modification du moment de l'épuisement économique et non pas un signal de l'épuisement physique pur et simple.

En définitif, l'évolution vers l'épuisement économique, déclenche en parallèle un mouvement vers l'émergence (ou le retour) de sources substitués ainsi que l'éclosion des innovations technologiques et des investissements nécessaires qui les accompagnent. Par conséquent, l'épuisement économique précède nécessairement l'épuisement physique et rend ce dernier à l'état d'un cas - limite théorique qui, en principe, ne sera jamais atteint.

3- *Évolution du secteur pétrolier*

Dans quelles mesures la distinction que nous venons de faire s'est effectivement reflétée dans l'évolution réelle des paramètres du secteur pétrolier? Deux exemples peuvent fournir des éléments de réponse à cette question.

a) la composition du bilan énergétique :

Au moment du premier choc pétrolier en 1973, le pétrole occupait 60% environ du bilan énergétique mondial, le charbon 20%, le gaz naturel 10% et le 10% restant était réparti entre le nucléaire, l'hydroélectricité et le reste. Aujourd'hui, en 2007, selon *B.P. Statistical Review*, le pétrole occupe 35% du total avec 29% pour le charbon, 24% pour le gaz naturel, 7% pour l'hydroélectricité et 6% pour le nucléaire (les chiffres sont arrondis).

La conclusion qui saute aux yeux à la lecture de ces chiffres est que même si le pétrole demeure la source principale du bilan énergétique, sa part entre 1973 et 2007 se retrouve presque divisée par deux. En 35 ans et à la faveur des deux chocs pétroliers et de

l'augmentation continue des prix du pétrole depuis 1999, après une période de quasi-stagnation entre 1986 et 1999, un mouvement radical de substitution du pétrole par des autres sources d'énergie s'est semble-t-il définitivement installé. Le seul marché qui reste presque totalement captif des produits pétroliers est le secteur du transport (30% environ du total de la consommation). Le problème actuel et pour le futur proche est, selon nous, non pas le tarissement des réserves pétrolières, mais bien l'introduction sur le marché des innovations technologiques qui feront diminuer la dépendance de ce secteur envers le pétrole (voiture électrique, hybride, etc...) ainsi que l'introduction des « énergies vertes » (éolienne, solaire, etc...) dans le bilan énergétique.

Tout cela semble corroborer les conclusions auxquelles nous avons abouti en examinant les conséquences de l'épuisement économique sur la ressource et indique, en même temps, la tendance future. Sans parler de la volonté de la majorité des gouvernements de lutter contre les émissions de carbone en encourageant la production et la consommation des substituts les moins polluants.

Mais, malgré cette restructuration profonde de la composition du bilan énergétique, il n'en demeure pas moins vrai que la question de l'épuisement des réserves pétrolières demeure quand même posée. En effet, malgré la baisse de la part du pétrole, il faut bien noter que sa consommation n'a cessé d'augmenter en valeur absolue, quoique modérément ces dix dernières années, ce qui justifie la question de savoir pour combien d'années de réserves nous disposons.

b) Le ratio réserves/production (R/P) :

Si l'on prend les mêmes années de référence (1973-2007), on constatera que le ratio R/P en 1973 était de 31 ans, c'est-à-dire qu'à l'époque, les réserves connues suffisaient à 31 ans de production au même niveau que 1973. Aujourd'hui, ce ratio est de 42/44 ans, ce qui, toutes choses égales par ailleurs, signifie une amélioration et non une détérioration du niveau des réserves. Ce résultat est la conséquence des nouvelles découvertes importantes (la Mer du Nord – le Brésil – les pays africains, etc...) ainsi que des grandes innovations technologiques dans l'exploration (eau profonde, etc...) et la production (récupération

tertiaire et même quaternaire, etc...). Là aussi, les conclusions sur l'épuisement économique semblent encore une fois être corroborées sur le terrain, car la hausse des prix du pétrole paraît avoir stimulé les investissements dans l'exploration et les innovations technologiques et on fait augmenter le volume des réserves prouvées sans parler des réserves possibles.

Si telle est la mécanique qui préside à la problématique des réserves, pour quelles raisons faut-il alors avoir recours au concept du « pic pétrolier »? Dans quelles mesures ce concept peut être d'une certaine utilité dans les prédictions du « futur pétrolier »?

III – Le « pic pétrolier »

A l'origine, le « pic pétrolier » est un concept plutôt géologique qui découle de l'hypothèse de l'offre fixe de chaque gisement pétrolier dont les dimensions sont supposées connues, toutes choses étant égales par ailleurs. Dans ces conditions, l'exploitation du gisement dans le temps, prendra en principe la forme stylisée d'une courbe en forme de cloche dont l'asymptote représente le pic de la production.

Dans sa phase ascendante, cette courbe indique que la production pétrolière cumulée augmente, année après année, jusqu'à un point après lequel elle commence à diminuer en se terminant, en principe, par ce que nous avons appelé l'épuisement physique de la ressource. Ce « pic » est donc le signal physique que le gisement est entré dans sa phase de déclin.

Ce qui est vrai pour un gisement seul l'est aussi pour tous les autres gisements. En simplifiant, le « pic pétrolier » dont on parle aujourd'hui est donc l'agrégation de tous les « pics » de tous les gisements existants et prouvés dans le monde. Les adeptes du concept du « pic pétrolier » croient que, pour des raisons géologiques (diminution ou même inexistence des possibilités de nouvelles découvertes significatives), nous sommes proches de ce « pic » qui pourra survenir, selon les uns et les autres, dans 10, 20 ou 30 ans. D'aucuns croient que nous y sommes déjà et que la fin de l'ère du pétrole est commencée.

Le « pic pétrolier » pose, à l'évidence, une multitude de questions d'ordre technique et économique (définitions des différentes sortes de réserves, détermination et variation du taux de

production, etc...) qui dépassent le cadre restreint de ces notes. Nous nous limiterons à évoquer deux questions qui nous semblent être assez synthétiques pour alimenter la discussion.

a) Quelle date?

Sans mettre en doute l'existence, en principe, d'un « pic » dans l'exploitation et la production de tout gisement pétrolier et plus généralement de tout gisement de ressources naturelles non-renouvelables, il est hautement important, toutefois, de connaître la date approximative de son avènement. Or, il est extrêmement difficile, sinon douteux, de pouvoir déterminer une telle date. D'où, d'ailleurs, les divergences, multiples et béantes, entre les prédictions qui nous sont proposées, les dernières étant celles de l'AIE il y a quelques mois (20 ans).

Cette incapacité à s'entendre entre les différents « proposeurs » découle principalement de l'incertitude qui entoure les variables dont on doit tenir compte pour fixer une telle date. Ces variables sont multiples (technologiques, économiques, environnementales, politiques, etc...) et imbriquées les unes dans les autres d'une manière telle qu'elles rendent la conception et les résultats des modèles de projection extrêmement aléatoires.

Les exemples qu'il faut bien méditer, à cet égard, sont d'abord les prédictions catastrophiques du fameux Club de Rome au début des années 70. Ces prédictions avaient fait beaucoup de bruit à l'époque en affirmant que l'épuisement de la plupart des matières premières minières est pour la fin du XX^e siècle et que, par conséquent, la seule solution possible à cette catastrophe annoncée est de faire immédiatement « halte à la croissance »! Il est à peine besoin de dire qu'aujourd'hui plus personne ne parle du Club de Rome et de ses prédictions.

Plus proche encore de notre sujet, sont les travaux bien connus par les spécialistes, dont le WAES (un consortium mondial d'Instituts de recherche) avait publié les résultats en 1977 (en réponse au premier choc pétrolier de 1973). Le WAES prédisait à l'époque, avec un luxe incroyable dans le détail, qu'il y aura une rupture « physique » (!) entre l'offre et la demande pétrolière en 1985 accompagnée d'une flambée stratosphérique des prix du

pétrole. Résultats : en 1985, c'était plutôt le début de l'effondrement des prix pétroliers dont le niveau a stagné à moins que 20\$/bl jusqu'en 1999.

Le palmarès, dans ce genre de prédictions catastrophiques, doit être discerné à nulle autre que la Banque Mondiale qui prédisait, suite au choc pétrolier de 1973, un transfert de capitaux, des pays importateurs vers les pays exportateurs, tellement gigantesque qu'il serait tout simplement « non manageable ». En 1986, tous les pays exportateurs (incluant même l'Arabie Saoudite) étaient tous, sans exception, endettés.

D'aucuns cherchent à contourner les difficultés de la détermination d'une date pour le « pic pétrolier », en remplaçant sur la courbe de production, le pic par un « plateau ». Encore faut-il, là aussi, fixer les dates du début et de la fin de ce plateau, ce qui est loin d'être facile. Le seul intérêt de transformer le « pic » en « plateau » est de souligner que les ajustements à la raréfaction physique du pétrole prendront un certain laps de temps (combien ?) pour produire leurs effets (l'entrée des substituts sur le marché). Ce qui est, en définitif, une autre manière de présenter l'épuisement économique.

b) Quel impact sur le marché?

Depuis quelques années maintenant, le marché pétrolier – comme le marché financier d'ailleurs – est soumis à des tensions spéculatives de plus en plus croissantes. La hausse des prix de 2008 est, pour nous, en grande partie la conséquence de ces spéculations. Certes, les raisons de ces spéculations sont multiples et enchevêtrées, mais il ne fait pas de doute, dans notre esprit, que la publicité qui entoure le concept du « pic pétrolier » vient alimenter cette spéculation, surtout quand le marché fait face à des projections qui se contredisent rendant ainsi la fixation de la date du « pic » elle-même sujette aux spéculations.

Il faut bien souligner, à cet égard, qu'un marché spéculatif, par définition instable et incertain, est le pire indicateur qui puisse exister pour préparer la transition vers l'après-pétrole. Un tel marché peut soit induire des décisions erronées à partir de prix extrêmement volatiles, soit geler les décisions qui s'imposent en attendant que la « bulle spéculative » éclate.

Dans les deux cas, les effets sur la substitution au pétrole seront, sans doute, extrêmement néfastes; surtout quand on cherche à ce que les substituts soient physiquement renouvelables, écologiquement tolérables, économiquement rentables et géopolitiquement diversifiés. C'est là un défi qui exige, sans doute, une certaine coopération internationale, d'autant plus que les réserves pétrolières sont très inégalement réparties dans le monde.

IV – Répartition inégale des réserves

Sans négliger le problème de l'épuisement physique du pétrole, ni celui du « pic pétrolier » qui en découle, il nous semble, toutefois, que la question prioritaire qui confrontera le monde dans les deux prochaines décennies est plutôt, l'accès au pétrole existant et la sécurité de ses approvisionnements et non pas l'épuisement physique du pétrole.

Cette question découle directement de la concentration importante des réserves pétrolières prouvées essentiellement dans les pays du Moyen-Orient, surtout les pays du Golfe. En 2007, 61% environ de ces réserves se trouvent localisées dans cette région de la planète, avec 21,3% pour l'Arabie Saoudite seule, suivie de l'Iran 11,2% et de l'Irak 9,3%. L'ensemble des pays de l'OPEP contrôle 75,5% des réserves prouvées, laissant aux pays non-OPEP 14,1% et 10,4% à la Russie.

Du côté de la demande, la concentration il y a quelques années encore (en 1997) était tout aussi forte avec 25% du total pour les États-Unis seuls et environ 38% pour l'ensemble des autres pays de l'OCDE, avec un total de 63% pour les deux par rapport à la demande mondiale. L'élément nouveau, du côté de la demande, est l'introduction de plus en plus importante des pays émergents sur le marché. En 2007, soit dix ans après 1997, la répartition est en gros la suivante : l'OCDE 57% avec 23,9% pour les États-Unis, 9,3% pour la Chine, 4,7%, pour la Russie, 2,4% pour le Brésil et 3,3% pour l'Inde.

Ces quelques pourcentages suffisent à dessiner la carte géopolitique et géostratégique du pétrole pour les années à venir. Plusieurs questions peuvent être posées à partir de la lecture de cette carte. Nous allons en choisir deux qui nous paraissent les plus importantes.

a) L'OPEP peut-elle répondre à l'augmentation de la demande?

Jusqu'à présent, l'OPEP avait réussi, même lors des deux guerres du Golfe ainsi que lors de la catastrophe de Katerina à répondre à la demande. Dans les trois cas, c'est principalement l'Arabie Saoudite qui, en augmentant sa production, avait maintenu l'équilibre de l'approvisionnement mondial tout en évitant que les flambées des prix, à chaque fois, ne durent pas plus que quelques jours. Qu'en sera-t-il pour l'avenir face à l'augmentation prévue de la demande venant surtout des pays émergents et des difficultés des États-Unis à faire baisser relativement rapidement leur demande propre? La réponse directe à cette question réside, sans conteste, dans l'augmentation des capacités de production des pays de l'OPEP, qui semblent aujourd'hui en stagnation. Trois raisons peuvent être évoquées pour expliquer cette stagnation :

- 1- D'abord, les hésitations de ces pays à investir dans des nouvelles capacités de production en arguant que, tout comme les pays importateurs qui cherchent à sécuriser leurs approvisionnements, eux aussi veulent avoir l'assurance de ne pas se retrouver un jour prochain avec des capacités de production excédentaires. Au-delà des apparences et des discours, ces pays craignent les résultats positifs des politiques d'économie d'énergie et de substitution sur la demande pétrolière future.
- 2- Ensuite, même si les revenus pétroliers ont atteint, ces dernières années, des niveaux records, il demeure que ces pays cherchent, d'une part, à investir dans la diversification de leurs économies et, d'autre part, à éviter autant que faire se peut de se retrouver encore une fois endettés, comme en 1986.
- 3- Finalement, la situation politique interne de quelques pays producteurs (Irak, Nigéria, Soudan, etc...) empêche la mise sur pied et la réalisation d'une véritable politique d'exploration-production. L'exemple de l'Irak est typique à cet égard. Avant la guerre de 2003, ce pays disposait d'environ 4,5 millions de b/j de capacité de production. Depuis la guerre, moins que la moitié de cette capacité est utilisée. Si jamais la stabilité et la sécurité de ce pays arrivent à se retrouver un jour prochain, il sera capable en peu de temps de

réparer et d'utiliser ces capacités d'avant-guerre. Il peut même augmenter cette capacité jusqu'à 6 millions de b/j, soit 4 millions de b/j de plus qu'aujourd'hui, ce qui est l'équivalent du total de la production annuelle de l'Iran.

b) La sécurité des approvisionnements

La concentration des réserves (production) face à la concentration de la consommation (importation) est la raison principale de la hantise des pays importateurs concernant la sécurité de leurs approvisionnements pétroliers. Surtout que la région du pétrole (le Moyen-Orient) est instable politiquement depuis des lustres. Et on a le sentiment que plus le temps passe, plus cette instabilité a tendance à s'accroître et non à diminuer. L'Irak est dévasté et n'arrive pas encore à se reconstruire; le conflit Israélo-palestino-arabe perdure depuis 60 ans sans trouver une solution; l'Iran avec son dossier nucléaire et sa volonté de leadership régional, suscite l'appréhension des autres pays du Golfe; le Soudan, pays prometteur sur le plan des découvertes pétrolières potentielles, est embourbé dans des guerres interminables depuis des décennies. Tout cela sans parler de la situation en Afghanistan et, maintenant, au Pakistan puisque ces deux pays font partie, selon la nouvelle terminologie, du Grand Moyen-Orient. Cette situation introduit des éléments d'incertitude plus angoissants, à vrai dire, que l'épuisement physique du pétrole ainsi que du « pic pétrolier » qui en découle.

C'est cette situation, dont l'évolution est difficilement prévisible, qui nous fait dire que le problème de la sécurité des approvisionnements, qui est toujours menaçant, est plus prioritaire pour les vingt prochaines années, que celui d'un épuisement physique dont on ignore vraiment la date.

Comment assurer cette sécurité? Deux voies sont possibles. La première est, pour faire bref, les conflits pour le partage des ressources qui, l'histoire l'a démontré, ne règlent à la longue rien et ne sont dans l'intérêt de personne. La deuxième voie, possible quoique difficile, est la coopération internationale. Il faut espérer que la raison fera choisir, par les uns et par les autres, la deuxième voie.