

# Les réserves mondiales d'hydrocarbures

Yves Mathieu<sup>1</sup>.

À une époque où les hydrocarbures représentent les 2/3 des besoins mondiaux en énergie et où les autres sources énergétiques ne semblent pas être capables de satisfaire la demande croissante mondiale (1,5% / an) dans un avenir plus ou moins proche, une meilleure vision possible des réserves mondiales est indispensable.

## Ambiguïtés dans les termes utilisés

Les réserves correspondent aux volumes d'hydrocarbures, techniquement et économiquement exploitables, contenus dans le sous sol. Par ailleurs, la diversité des problèmes géologiques, techniques, économiques et politiques a abouti à toute une série de classifications et donc à toute une série d'ambiguïtés dans les termes utilisés.

La classification générale simplifiée des réserves et ressources présentée par Martinez en 2002 (Fig. 1) permet de classer les réserves en fonction de leur probabilité d'existence et de distinguer les réserves des ressources. Adoptée par le *World Petroleum Congress* (WPC), la *Society of Petroleum Engineers* (SPE) et l'*American Association of Petroleum Geologists* (AAPG), elle permet également de distinguer selon l'accessibilité des hydrocarbures :

- les réserves courantes, situées dans les gisements exploités ou en cours de l'être (gisements à plan de développement accepté), donc rentables économiquement ;
- les ressources contingentes, situées dans des accumulations découvertes mais dont la rentabilité n'est pas

encore prouvée ;

- les ressources potentielles localisées dans des accumulations restant à découvrir.

Comme il est difficile d'évaluer avec précision, dans un gisement, les volumes d'hydrocarbures en place (Ressources Ultimes) et les volumes économiquement exploitables (Réserves), les chiffres annoncés sont des estimations qui reposent au départ sur des calculs déterministes ou probabilistes. La réalité des valeurs annoncées est alors tributaire de la qualité et de la quantité des données disponibles ; les estimations sont donc précisées au cours du temps (multiplication des données).

Selon leur probabilité d'existence et l'état des réserves, cette classification permet de distinguer dans les trois cas précédents :

- les réserves minimales qui sont les volumes raisonnablement productibles ; elles sont dites « prouvées » dans les gisements en exploitation ou en cours de l'être et/ou minimales dans les accumulations non exploitées découvertes (ressources contingentes) ou restant à découvrir (ressources potentielles) ;
- les réserves moyennes sont les volumes productibles auxquels on est en droit de s'attendre de façon moins raisonnable. Il s'agit des réserves prouvées + probables des gisements en production et des réserves moyennes futures espérées des accumulations découvertes non exploitées (ressources contingentes) ou restant à découvrir (ressources potentielles) ;
- les réserves maximales correspondent aux volumes

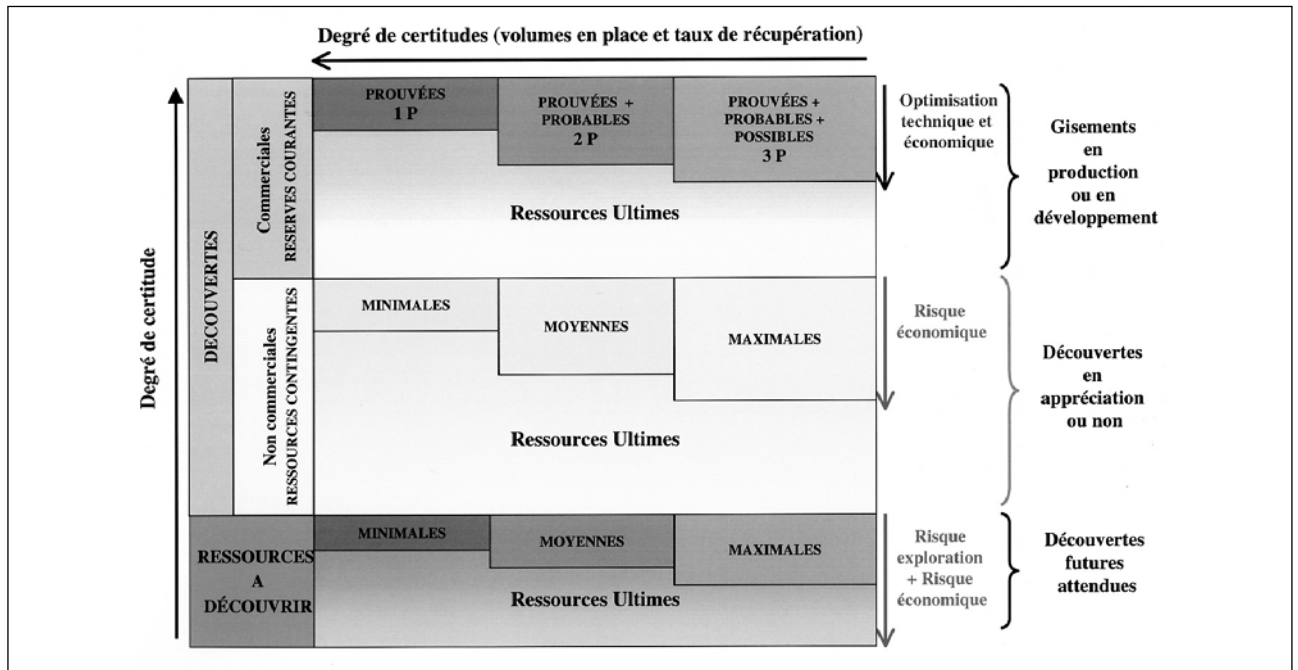


Figure 1. Définition des différents types de réserves & ressources. Définitions : Society of Petroleum Engineers (SPE), World Petroleum Council (WPC), American Association of Petroleum Geologists (AAPG) : Martinez 2002 (Genève, European Economic Commission, EEC).

productibles ultimes et sont donc encore moins raisonnables. Elles correspondent aux réserves prouvées + probables + possibles des gisements découverts, ou maximales espérées contenues dans les accumulations découvertes (ressources contingentes) ou restant encore à découvrir (ressources potentielles).

### Les réserves prouvées mondiales à la fin 2003

Elles sont situées uniquement dans les gisements en exploitation. Il est toutefois difficile de comparer les réserves certifiées des compagnies privées (BP, ENI, ESSO, REPSOL, SHELL, TOTAL...), avec les réserves des compagnies non astreintes à ces certifications et totalisant environ 90 % des réserves mondiales. Les variations des réserves de la SHELL ces dernières années ne témoignent pas d'erreurs de calculs mais d'erreurs d'attribution, car elles existent, mais Shell ne les a pas obtenues.

Quoiqu'il en soit un certain nombre d'organismes collectent et dispensent des données sur les réserves mondiales d'hydrocarbures. Ces organismes sont essentiellement des organismes anglo-saxons (*BP statistics, IHS Energy, World Oil, Oil and Gas Journal et Wood Mackenzie*). Les valeurs fournies par ceux-ci leur sont données par les ministères et les compagnies pétrolières. Contrôlées, par l'application de courbes de déclin de production, que pour un certain nombre de pays ou de compagnies, les réserves

annoncées en 2003 sont donc légèrement différentes d'un organisme collecteur à l'autre :

- *World Oil et BP Statistics* fournissent des valeurs similaires de l'ordre de 1 050 milliards de barils ;
- *Oil & Gas Journal* fournit les réserves officielles qui lui ont été communiquées et annonce l'estimation la plus forte avec 1 270 milliards de barils environ, estimation en partie liée à la prise en compte de 100 Gbl de réserves d'huile lourde, essentiellement canadienne, que les deux précédents organismes n'ont pas encore acceptée ;
- *IHS Energy* estime les réserves prouvées à 1 150 milliards de barils ;
- Les indépendants de l'ASPO (*Association for the Study of Peak Oil & Gas*), qui n'admettent pas l'intégralité des réévaluations de l'OPEP, sont plus restrictifs avec 878 milliards de barils.

Ces divergences de vue sont donc liées à des différences de valeurs des réserves déclarées de certains pays, mais aussi au type de courbe de déclin de production adoptée. Le même type d'extrapolation effectuée à l'IFP situe ces réserves mondiales prouvées à 1 100 milliards de barils donc une valeur plus proche de celle d'IHS. Le nombre de pays pris en compte intervient peu car la majorité des réserves actuelles sont situées dans les 20 premiers pays pétroliers à savoir les pays de l'OPEP, la CEI mais également les États-Unis, le Canada, et le Mexique.

## Les réserves ultimes

Les réserves ultimes correspondent aux volumes économiquement productibles contenus, dans le monde. De tout temps l'industrie pétrolière, les gouvernements et les experts ont cherché à évaluer ces réserves pour mieux les gérer.

Les réserves ultimes, estimées au cours du temps par une vingtaine d'experts, montrent une évolution depuis les années 40 où elles étaient évaluées entre 500 et 1 000 milliards de barils jusqu'aux années actuelles où elles sont chiffrées entre 2 000 (Prouvées restantes + Produites) et 4 000 milliards de barils (Fig. 2). Les valeurs les plus faibles de 2 à 2 500 milliards de barils sont fournies par les experts indépendants qui considèrent que :

- certaines réévaluations des réserves des années 80 sont exagérées ;
- les grandes provinces pétrolières et les principaux gisements ayant été découverts, il ne resterait à découvrir qu'une multitude de gisements de petites dimensions qui ne représenteraient que de faibles volumes globaux ;
- les taux de récupération seraient difficilement améliorables et donc réduiraient considérablement les réserves additionnelles ;
- les problèmes environnementaux et/ou de balance énergétique et économique limiteraient considérablement les potentialités des huiles lourdes et extra-lourdes.

Les valeurs moyennes de 2 500 à 3 000 milliards de barils sont fournies par quelques experts indépendants

mais surtout par les compagnies pétrolières et les équipes des centres de recherche qui considèrent que les progrès réalisés en exploration-production permettent et permettront encore plus :

- de découvrir de nouveaux gisements, dans les provinces pétrolières déjà connues mais dans des niveaux réservoirs plus profonds ou dans des pièges peu explorés ou, bien souvent, inexplorés (pièges stratigraphiques, graviclinales) et aussi dans les bassins pétroliers non encore explorés (bassins périarctiques, bassins profonds, dits bien souvent "cachés" car difficiles à éclairer) ;
- d'optimiser les productions des gisements découverts (augmentation des taux de récupération et donc des réserves) ;
- de développer d'avantage l'exploitation des huiles lourdes et extra-lourdes tout en préservant l'environnement.

Les valeurs les plus élevées de 4 000 milliards de barils sont fournies par l'USGS avec toutefois une probabilité d'existence de l'ordre de 10 %.

## Quelles seraient donc les réserves actuelles et futures ?

Si on considère les 1 000 milliards de barils environ produits jusqu'en 2004, avec des réserves ultimes de 2 500 à 4 000 milliards de barils, les réserves restantes actuellement seraient comprises entre 1 500 milliards et 3 000 milliards de barils (figure ci-dessous). Elles seraient

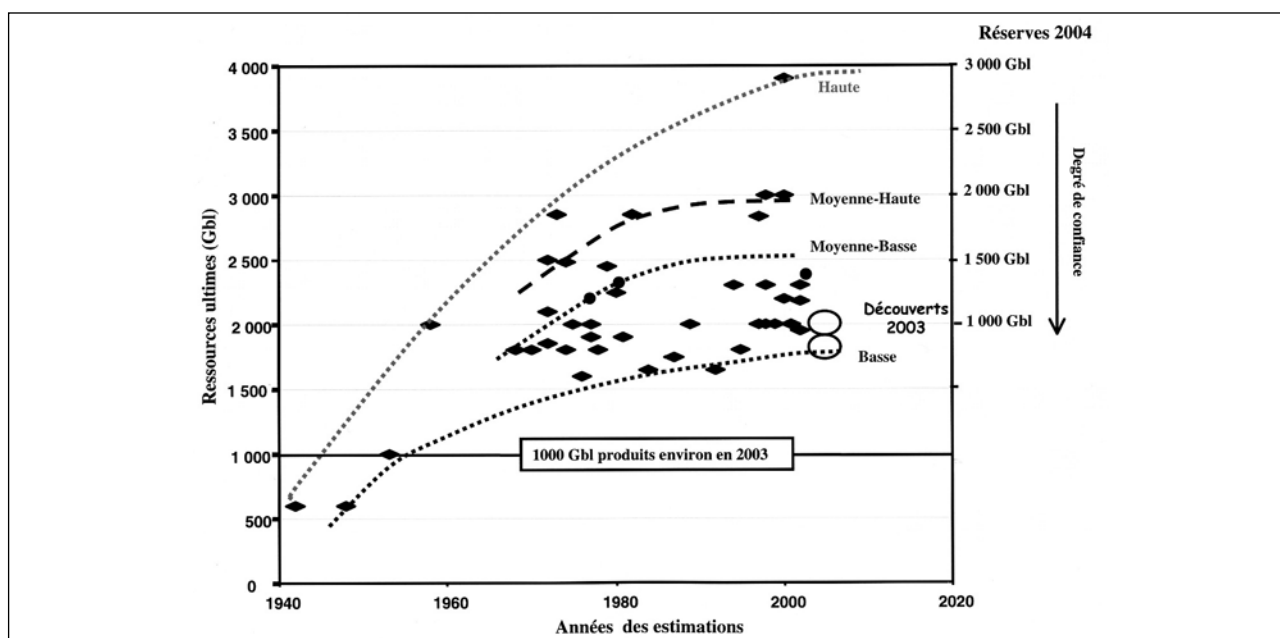


Figure 2. Ressources ultimes et réserves restantes estimées au cours du temps. Sources diverses.

d'au moins de 2 000 milliards de barils en intégrant les réserves additionnelles qui seront mises à jour par des améliorations technico-économiques, les réserves potentielles contenues dans les futurs gisements restant à découvrir et dans les huiles lourdes du Canada, du Venezuela, mais aussi de la Russie et de la Chine.

Les huiles lourdes canadiennes témoignent des potentialités de ce type d'hydrocarbure avec un coût moyen de production de l'ordre de 15 \$ / baril en 2003. Toutefois les réserves annoncées, de 25 à 175 milliards de barils, illustrent les difficultés de les cerner. Ces difficultés sont liées au problème de l'énergie à produire pour les exploiter (type, quantité), de la balance économique et technique à long terme des réserves, alors rendues disponibles, mais aussi des problèmes environnementaux que cette exploitation ne manquera pas de générer (pollution atmosphérique).

### Quelles productions à venir ?

Les productions de pétrole à venir ont fait l'objet de nombreux scénarii car il faudrait connaître avec certitude les réserves restantes mais également les futurs besoins mondiaux, besoins qui peuvent fluctuer notablement en fonction de multiples facteurs conditionnés par la croissance de la population mondiale, les demandes des pays émergents, le prix de l'énergie, le choix du type d'énergie et/ou par les problèmes environnementaux. Dans tous les cas, la production n'évoluera pas, d'une année à l'autre, d'un maximum à une valeur nulle, mais passera par un pic de production pour ensuite diminuer progressivement. Si tous les scénarii admettent une production d'huile au-delà de la fin de ce siècle, l'âge du pic de production est très variable d'un scénario à l'autre.

Avec les réserves courantes prouvées dans les gisements en exploitation ou en développement (1 250 gigabarils, Gbl) le pic de production des hydrocarbures liquides devraient se situer entre 2010 et 2015 selon le taux de croissance de la consommation mondiale.

Avec des réserves actuelles et futures s'élevant à 2250 ou 3000 milliards de barils, les estimations de l'USGS effectuées en l'an 2000 paraissent nettement plus proches de la réalité. Le pic de production mondial des hydrocarbures liquides serait attendu (Fig. 3) :

- au plus tôt vers 2025 pour un taux de croissance des consommations de 2 % / an, voire 2030 si ces réserves ultimes s'avéraient monter à 3 000 Gbl ;
- vers 2030 ou 2040 avec des réserves ultimes de 2 250 Gbl ou de 3 000 Gbl mais avec une croissance de la consommation mondiale de 1 % / an ;

- au plus tard en 2040 ou 2050 avec des réserves actuelles ultimes de 2 250 ou de 3 000 Gbl et pour un taux de croissance des consommations mondiales nul.

Au delà du pic de production des hydrocarbures liquides attendu vers 2030, même si la production pétrolière diminuera inexorablement, le pétrole et le gaz pourront continuer à fournir la majorité des besoins énergétiques mondiaux jusqu'à l'arrivée du pic de production du gaz qui devrait permettre de prolonger et de satisfaire la demande de 10 à 20 ans de plus. C'est donc vraisemblablement au delà de 2040 que les hydrocarbures fossiles ne permettront plus de satisfaire la majorité des besoins énergétiques mondiaux. À la fin du siècle les hydrocarbures devraient encore satisfaire plus de 10 % des besoins énergétiques mondiaux.

### Quel avenir pour les géologues ?

Comme le pic de production des réserves prouvées mondiales actuelles se situerait entre 2010 et 2015, la recherche de réserves additionnelles et de nouvelles réserves est toujours d'actualité et l'avenir de nos métiers est donc assuré.

Dans le domaine de la géologie de réservoir, pour assurer une exploitation optimale des gisements, les géologues devront apporter, par des études de haute définition, une meilleure connaissance des architectures internes des réservoirs. Cette connaissance permettra d'implanter les dispositifs d'exploitation les plus performants (type, nombre et localisation des puits).

Dans le domaine de l'exploration, les futurs gisements attendus seront plus profonds, plus petits et plus complexes dans bon nombre de bassins pétroliers. Les risques en exploration seront donc de plus en plus grands et nécessiteront les méthodes de détection et de sélection les plus rigoureuses pour minorer les risques.

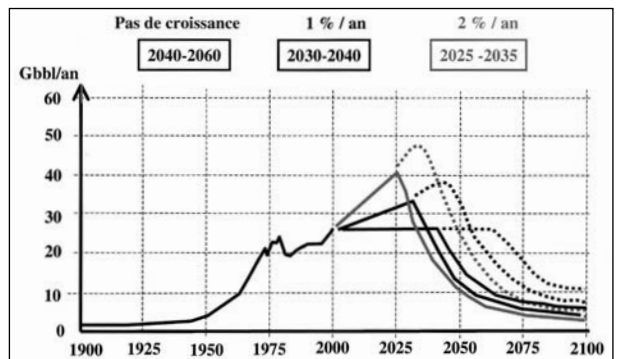


Figure 3. Les scénarii de production de l'US Geological Survey (USGS), 2000 : 2250 gigabarils (Gbl) de réserves (actuelles réévaluées + probables à découvrir), 3000 Gbl avec les possibles.

## CHARBON, HYDROCARBURES ET NUCLÉAIRE

---

Les formidables avancées observées dans toutes les disciplines de la géologie, de la géochimie et de géophysique, conjuguées à la mise au point de modèles de simulation, ont amené ces différentes disciplines aux « Géosciences ». Celles-ci ont permis d'être nettement plus performants en exploration et en exploitation. Toutefois, les degrés de certitude ne sont pas encore suffisamment contraints pour prédire, en exploration, les futures réserves à découvrir ou cerner, en exploitation, les

réserves additionnelles, compte tenu des investissements financiers nécessaires à leur mise en valeur. Si les besoins sont grands en spécialistes de haut niveau dans toutes les disciplines des géosciences, les besoins sont également très grands en spécialistes de synthèse et de modélisation.

Les progrès, encore à venir dans les différentes disciplines permettront alors de parfaire les méthodes d'étude et de sélection, de minorer au maximum les échecs et d'assurer le renouvellement des réserves.