

Un point sur les énergies fossiles

Les énergies fossiles, c'est aujourd'hui plus de 80 % de l'approvisionnement en énergie primaire des 6,5 milliards d'habitants de la planète. Une place dans le bilan énergétique mondial qui impose de veiller à la mobilisation de nouvelles réserves. Car, si le XXI^e siècle s'annonce comme un siècle de transition, évoluant d'un approvisionnement très dépendant des fossiles à un approvisionnement plus diversifié et une part accrue des sources d'énergie renouvelable, la transition devra être maîtrisée. S'opérer sans heurt préjudiciable aux économies, être acceptable par tous, et donc passer par un appel encore important au pétrole, au gaz naturel et au charbon pour les décennies à venir. Et, même limitées, ce ne sont pas les ressources qui posent problème à moyen terme, mais plutôt leur transformation en réserves. Les spécialistes balancent entre deux scénarios.

par Nathalie ALAZARD-TOUX, *Directrice des Études économiques*,
et Yves MATHIEU, *Docteur en sciences de la terre, Direction Géologie-Géochimie, Institut français du Pétrole*

Les énergies fossiles (pétrole, gaz naturel et charbon) représentent aujourd'hui plus de 80 % de l'approvisionnement en énergie primaire des 6,5 milliards d'habitants de la planète. Que ce soit pour la production d'électricité, le chauffage ou le transport, les fossiles apparaissent aujourd'hui ni facilement ni massivement remplaçables.

Dans les années à venir, l'augmentation de la population ainsi que l'accroissement du revenu moyen par habitant devraient entraîner une hausse de la demande mondiale d'énergie et se traduire par des besoins grandissants en énergies fossiles.

Or pétrole, gaz naturel et charbons sont issus d'organismes vivants et de végétaux ayant vécu sur Terre lors des 500 derniers millions d'années, et qui ayant échappé au recyclage de la vie, ont été suffisamment enfouis pour générer du pétrole, du gaz naturel et des charbons qui ne sont pas revenus à la surface au cours des temps géologiques. Ces trois sources d'énergie constituent donc l'héritage que la nature a bien voulu préserver en son sein mais en quantités forcément limitées.

Dans un tel contexte, en dehors des problèmes environnementaux liés aux émissions de gaz à effet de serre qui ne font pas l'objet de cet article, la question des ressources ultimes récupérables en énergies fossiles s'avère cruciale pour l'avenir.

Réserves et ressources : des définitions claires – une notion très restrictive pour les réserves

On appelle ressources ultimes, les volumes générés au cours des temps géologiques et contenus dans le sous-sol terrestre. Sous ce terme sont englobés ce qui a été produit, ce qui va l'être et ce qui ne le sera jamais. L'évaluation des ressources ultimes permet d'effectuer des « bilans matières » à l'échelle de chaque bassin sédimentaire,

bilans qui servent à estimer l'état de l'exploration et donc les ressources potentielles restant à découvrir.

Les réserves, quant à elles, recouvrent une notion nettement plus restrictive. Elles correspondent, en effet, aux volumes restant à produire dans les seuls gisements en exploitation ou près de l'être, et, de surcroît, aux conditions économiques et techniques du moment. Elles ne constituent donc qu'une partie des volumes contenus dans les pièges, les volumes restant étant dénommés ressources piégées.

Les réserves additionnelles correspondent à une augmentation de la part des volumes productibles au détriment des ressources piégées.

Les nouvelles réserves correspondent au développement des volumes productibles contenus dans les découvertes actuelles (ressources contingentes) ou futures, restant à mettre à jour (ressources potentielles). Tout changement des conditions techniques et économiques entraîne des révisions, révisions à la hausse dès l'instant où ces changements augmentent, ou permettent d'augmenter, les performances en exploration ou en production.

Réserves et ressources : des volumes estimés plus que mesurés

Connaître avec exactitude les réserves et ressources contenues dans plus de 25 000 accumulations d'hydrocarbures et des centaines de mines de charbon disséminées sur toute la planète est une gageure. Les chiffres indiqués sont, il faut le rappeler, des estimations d'autant plus subjectives qu'elles sont annoncées par des centaines de sociétés opératrices mais aussi des états souverains dans le cas de compagnies nationales.

Les ressources et les réserves sont calculées sur la base de paramètres dont la connaissance est limitée (données partielles) et incertaine (représentativité) et que l'on

cherche globalement à encadrer : surface minimum certaine à surface maximum possible du gisement, qualité des roches réservoirs, teneur en hydrocarbures et taux de récupération minimaux à maximaux. Le produit des valeurs minimales fournit les volumes des ressources et réserves minimales, le produit des valeurs maximales celui des ressources et réserves maximales.

Les estimations sont généralement fondées sur deux méthodes de calcul : une méthode dite déterministe et une méthode dite probabiliste. La méthode déterministe ne fournit qu'une seule valeur correspondant, au dire des compagnies, à la valeur minimale. La méthode probabiliste fournit le continuum de toutes les valeurs possibles, des valeurs minimales (100 % de chances d'exister) aux valeurs maximales (0 %) et donc une succession de valeurs croissantes consécutivement à des probabilités d'existence décroissante. Les réserves calculées sont alors dites :

- ✓ 1P ou prouvées ou encore P90 quand elles ont 90 % de chances d'exister ;
- ✓ 2P (prouvées + probables) ou P50 quand elles ont 50 % de chances d'exister ;
- ✓ 3P (prouvées + probables + possibles) ou P10 quand elles n'ont plus que 10 % de chances d'exister.

Pour un gisement en cours de développement ou de production, et selon toutes les compagnies, les volumes des réserves annoncées correspondent aux réserves prouvées ou 1P, c'est-à-dire aux volumes productibles, avec une relative certitude, aux conditions économiques du moment et avec les moyens techniques disponibles. La connaissance que l'on a d'un gisement s'affinant avec le temps et la quantité croissante d'informations dont on dispose, les réserves 1P sont régulièrement réactualisées, l'expérience montrant que les réévaluations successives se rapprochent des réserves 2P initialement calculées ou calculables.

Pour les réserves contingentes, c'est-à-dire celles contenues dans les découvertes actuelles restant à développer, les volumes annoncés correspondraient plutôt à des 2P.

Le pétrole

Le pétrole revêt une importance particulière dans la société d'aujourd'hui. Plus de 50 % du pétrole consommé chaque année dans le monde a le transport pour usage final, qu'il soit terrestre, aérien ou maritime, un pourcentage qui peut monter à près de 60 % dans les pays industrialisés. Réciproquement, le secteur du transport – routier, aérien ou maritime – est fortement dépendant des produits pétroliers : 97 % des besoins en énergie du secteur. En l'absence de solutions alternatives permettant une substitution massive, cette situation de dépendance devrait rester forte pendant encore au moins deux à trois décennies, voire plus.

Des réserves actuelles contestées et concentrées dans peu de pays

Les réserves actuelles de pétrole sont détenues à 80 % par des compagnies nationales n'ayant aucune obligation

de les faire certifier, c'est-à-dire de fournir des renseignements permettant de confirmer les valeurs annoncées. Cette situation est source de nombreuses discussions sur la pertinence des réserves déclarées par certains pays. Les chiffres de réserves mondiales publiés par les principales sources d'information varient début 2006 entre 970 et 1 370 milliards de barils. Les valeurs minimales sont fournies par des experts indépendants refusant les réévaluations annoncées par certains pays de l'OPEP au milieu des années 80 et minorant les réserves des sables asphaltiques du Canada. Le croisement des informations et l'extrapolation des productions passées nous permettent de penser que les réserves mondiales actuelles sont certainement comprises entre 1 070 (1P réactualisés) et 1 200 milliards de barils (2P), représentant entre 35 et 40 ans de durée de vie au rythme actuel de production.

Plus que les contestations des chiffres, ce qu'il apparaît important de souligner est le caractère concentré de ces réserves dans un nombre restreint de pays : le Moyen-Orient en détient l'essentiel avec une part de 60 % environ, les autres grands pays détenteurs étant les États-Unis et la Russie. Au niveau mondial, l'Arabie Saoudite arrive en tête avec près du quart des réserves mondiales, suivie par l'Iran, l'Irak et le Koweït.

Vers une mobilisation de nouvelles réserves

Les plus gros gisements du monde, qui représentent aujourd'hui encore l'essentiel des réserves mondiales, ont été repérés il y a plus de trente ans. Les découvertes faites depuis lors le sont en moyenne dans des gisements plus petits et donc de plus en plus difficiles à déceler. En regard des volumes produits et consommés chaque année par les habitants de la planète, le renouvellement des réserves par les seules nouvelles découvertes n'est plus assuré depuis les années 1980. Ce sont aujourd'hui les réévaluations des réserves de gisements connus qui assurent plus des deux tiers du renouvellement annuel des réserves mondiales (passage des réserves 1P initiales annoncées aux réels volumes productibles à terme : 1P réactualisés tendant vers les 2P initiaux, voire au-delà avec l'évolution des technologies).

Pour le futur, le potentiel de renouvellement des réserves grâce à de nouvelles découvertes est cependant important car certaines régions restent peu ou pas explorées. De nouvelles réserves sont ainsi attendues dans les bassins de la bordure de l'océan Arctique, dans les formations géologiques profondément enfouies en mer ou à terre (hauteur de sédiments supérieure à 5 000 m), mais aussi dans des pièges jusqu'alors non explorés car difficilement détectables (zones tectoniquement complexes, pièges stratigraphiques, etc.). L'amélioration des outils de prospection sismique, les progrès réalisés dans le domaine de la modélisation des bassins sédimentaires (reconstitution de l'histoire géologique et pétrolière d'un bassin) permettent d'envisager de nouveaux champs d'exploration.

La mobilisation de nouvelles réserves passe également par l'amélioration du taux de récupération des res-

sources en place dans le sous-sol. Il est important de rappeler qu'en moyenne seul un tiers des volumes de pétrole que renferme un réservoir est aujourd'hui récupéré. Une meilleure connaissance des caractéristiques du réservoir, de ses hétérogénéités, une simulation plus systématique des écoulements à l'intérieur, l'application de techniques de récupération améliorées qui, par l'injection de produits divers, y favorisent le drainage du brut, sont autant de solutions pour accroître le taux de récupération.

Enfin, à côté des nouvelles réserves mobilisables à partir de gisements de pétrole « conventionnel » déjà découverts ou restant à découvrir, existent d'autres ressources dites « non conventionnelles ». Les sables asphaltiques et bruts extra-lourds, hydrocarbures très denses et très visqueux, représentent près de 4 000 milliards de barils de ressources en place dont près de 600 milliards pourraient à terme être récupérés. Ils sont déjà exploités au Venezuela et au Canada et pourraient l'être dans d'autres endroits du monde. Les schistes bitumineux, autres ressources non conventionnelles, avec leurs 3 000 milliards de barils en place pourraient également à terme offrir des volumes importants d'hydrocarbures. Leur exploitation actuelle est très limitée – l'exploitation de ces ressources posant des problèmes environnementaux et restant très coûteuse – mais de nouveaux projets sont à l'étude notamment aux États-Unis.

Le gaz naturel

Le gaz naturel est essentiellement utilisé comme combustible pour la production d'électricité (environ 38 % de la consommation totale de gaz naturel), pour les besoins en chauffage du secteur résidentiel-tertiaire (27 %) et dans l'industrie (30 %). Contrairement au pétrole, le gaz est très peu utilisé en tant que source de matière première (4 %) ou de carburant pour le transport (1 % environ). Beaucoup plus coûteux à transporter que le pétrole, le gaz a vu le développement de sa consommation passer du local au national, pour devenir de plus en plus international par la mise au point et la construction d'infrastructures d'évacuation et de transport.

Des réserves actuelles importantes mais concentrées dans peu de pays

Si les plus gros gisements ont été également découverts il y a plus de 30 ans, leurs mises en exploitation, c'est-à-dire la transformation en réserves des volumes qu'ils contiennent, a été beaucoup plus progressive que pour le pétrole. En 20 ans, les réserves mondiales de gaz ont cependant pratiquement doublé pour s'élever en 2005 à 180 000 Gm³, c'est-à-dire 65 ans de la consommation actuelle. Comme pour le pétrole, les réserves restent concentrées, dans quelques pays, essentiellement en Russie (26 %), en Iran (15 %) et au Qatar (14 %). Le Moyen Orient en détient 40 %, la CEI 33 % et les pays les plus consommateurs de l'OCDE uniquement 8,3 %.

De fortes potentialités pour le futur

Comme pour le pétrole, les réévaluations des volumes initialement annoncés, les découvertes de nouveaux gisements et l'exploitation des gaz dits non conventionnels devraient permettre la mobilisation de nouvelles réserves dans les années à venir.

Les réserves contenues dans les gisements de gaz sont réévaluées durant la production pour passer des volumes minimaux 1P initialement annoncés aux volumes finaux productibles. Ces réévaluations sont d'autant plus fortes que les gisements sont complexes (partiellement exploités ou à gaz et huile).

L'absence de marchés locaux ou régionaux a pendant longtemps constitué un frein à l'exploration gazière : trouver de l'huile était le seul objectif, trouver de l'eau était embêtant et trouver du gaz souvent une catastrophe, si bien que les explorateurs se sont éloignés des régions à gaz. Les potentialités de découvrir de nouveaux gisements, et donc de nouvelles réserves, sont par conséquent importantes dans bon nombre de régions et pays du monde.

Les réserves 2005 en gaz conventionnel pourraient être ainsi augmentées de 56 000 milliards de mètres cubes de façon quasiment certaine, de 100 000 milliards de façon probable, voire de 180 000 de façon possible.

Les gaz non conventionnels contenus dans de très médiocres réservoirs comme le charbon (*Coalbed Methane*) ou comme certains grès ou carbonates très cimentés (*Tight Gas*), voire des argiles (*Shale Gas*), constituent également un potentiel important pour la mobilisation de nouvelles réserves. Certains sont déjà exploités aux États-Unis où ils représentent 20 % de la production nationale (3 % environ de la production mondiale). Ces gaz pourraient être exploités dans d'autres pays et permettre d'apporter quelques dizaines de milliers de milliards de mètres cubes aux réserves futures. Plus complexes encore à exploiter, les hydrates de méthane, fréquents dans les régions polaires ou en domaine maritime profond, constituent des ressources supérieures d'un point de vue énergétique aux ressources totales contenues dans le charbon, le pétrole et le gaz conventionnel (volumes produits + restant à produire + non productibles). Si des essais de production se sont avérés positifs à Malik au Canada, les difficultés techniques pour cerner les zones favorables, les contraintes économiques mais surtout les problèmes environnementaux risquent de tuer tout ou partie des énormes potentialités des gaz hydrates.

Les réserves de gaz futures ne devraient guère changer la répartition actuellement observée à l'exception peut-être d'un poids plus marqué de la CEI. Seule l'exploitation des gaz hydrates, si elle avait lieu, pourrait changer la répartition mondiale des futures réserves de gaz.

Les charbons

Essentiellement utilisés comme combustibles pour la production d'électricité (environ 69 % de la consom-

tion totale), par l'industrie métallurgique (16 %), dans le secteur résidentiel (3 %) ou pour d'autres utilisations (12 %) dont la carbochimie, les charbons représentent plus du quart de la consommation énergétique mondiale.

Des réserves actuelles importantes et concentrées dans peu de pays

Les réserves sont actuellement estimées à 900 milliards de tonnes représentant environ 155 ans de réserves au rythme de la production actuelle. Il s'agit donc des plus importantes réserves d'énergies fossiles carbonées actuellement disponibles. Elles sont cependant plus difficilement vérifiables que les réserves d'hydrocarbures de par la diversité des types de charbons, et donc de leurs valeurs, les classifications pouvant même varier suivant les pays.

Les réserves de charbons sont contenues à 85 % dans six pays seulement : les États-Unis, la Russie, l'Inde, la Chine, l'Australie et l'Afrique du Sud. Les États-Unis détiendraient le quart des réserves mondiales suivis par la Russie (17 %), l'Inde et la Chine (12 % environ chacun). Cette répartition des réserves est donc tout aussi concentrée que celle du pétrole et du gaz naturel mais dans des pays différents, et qui ont pour certains des besoins énergétiques importants (États-Unis) ou en en forte croissance (Inde et Chine).

La mobilisation de nouvelles réserves

Les ressources et futures réserves attendues seraient considérables, plus de 3 fois les volumes des réserves actuelles, mais correspondraient essentiellement à des charbons de moindre qualité énergétique (lignite). Ces ressources potentielles, futures réserves, resteraient également concentrées dans les mêmes régions que les réserves actuelles.

Qu'en est-il de l'avenir ?

Des ressources encore considérables

Bien que les énergies fossiles soient exploitées depuis plus de 150 ans les ressources extractibles disponibles sont encore considérables.

Les ressources extractibles de pétrole pourraient largement dépasser les 1 000 milliards de barils, voire atteindre les 2 000 milliards par l'exploitation optimale des pétroles conventionnels et par le développement des productions de pétroles non conventionnels. Compte tenu d'une consommation 2005 de 30 milliards de barils, les 40 ans de réserves identifiées (au rythme actuel de production) pourraient dépasser les 70, voire atteindre les 100 ans, avec les ressources ultimes exploitables.

Pour le gaz, les ressources potentielles sont au moins égales aux réserves actuelles et devraient les dépasser avec les gaz non conventionnels dont l'exploitation a déjà commencé aux États-Unis. Les 65 ans de réserves de pro-

duction 2005 pourraient donc dépasser les 130 années et certainement plus avec l'exploitation des gaz non conventionnels présents dans bon nombre de régions du monde.

Le charbon, quant à lui, disposerait de ressources extractibles qui pourraient être de l'ordre de 3 fois les réserves actuelles : les 150 ans de réserves, au rythme de consommation 2005, pourraient donc dépasser largement les 500 ans.

Si ces ressources sont techniquement exploitables, économiquement les choses sont plus discutables, même si on pense aujourd'hui qu'une majorité pourrait l'être avec un prix du brut inférieur à 100 \$/b. Leur exploitation pour beaucoup d'entre elles pose néanmoins de sérieux problèmes environnementaux (émissions de CO₂, problème d'eau, etc.).

Des réserves qui risquent de rester limitées

La transformation des ressources en réserves nécessite un contexte favorable :

- ✓ une volonté et/ou un contexte politique permettant d'explorer et de mettre en production de nouvelles accumulations ;
- ✓ la possibilité de construire des réseaux d'évacuation des matières premières extraites vers les zones de consommation ;
- ✓ des investissements financiers importants ;
- ✓ un savoir-faire, des moyens humains et des compétences techniques de plus en plus pointues pour amener sur le marché les nouvelles réserves mais surtout les réserves additionnelles attendues.

De surcroît, le rythme de passage des ressources en réserves sera également tributaire du marché, c'est-à-dire de la demande : demande faible/évolution faible, demande forte/évolution rapide.

L'histoire fournit un certain nombre d'exemples où la volonté, ou le contexte politique local, n'ont pas permis le développement des ressources : tel est le cas de l'Irak depuis plus de trente ans

L'évacuation des hydrocarbures des pays enclavés peut nécessiter la pose de *pipe* traversant des états hostiles ou défavorables ce qui peut constituer un frein notable au développement des ressources en réserves : tel est le cas, par exemple, du Turkménistan dont les réserves et ressources en gaz naturel sont considérables. Pour les autres pays disposant de façades maritimes, l'accroissement des réserves peut être limité par les infrastructures d'évacuation (absence de terminaux d'exportation, d'usines de liquéfaction pour le gaz naturel, etc.).

La transformation des ressources en réserves suppose également de très lourds investissements pour découvrir, développer et évacuer la matière première. Dans un certain nombre de pays la disponibilité de financements locaux n'est pas garantie ou insuffisante. Seul l'apport de financements étrangers permettrait les développements souhaités. Se pose alors la question de l'ouverture réelle de ces pays aux investisseurs étrangers.

Le développement des ressources de gaz, pétrole et charbons plus difficiles à trouver et à mettre en production, conventionnelles ou non, exige de plus en plus une capacité à attirer des talents de haut niveau vers ces métiers et à les former.

Il s'ensuit que le développement des ressources en réserves est progressif. Si le renouvellement des réserves a été assuré en permanence pour le gaz par la mise en production progressive des ressources découvertes, cela n'a pas été le cas pour le pétrole et le charbon. En effet, pour ces deux sources d'énergie, les découvertes de gisements super géants dans un certain nombre de pays ont permis à ceux-ci de produire pendant des années des quantités considérables sans avoir besoin de renouveler leurs réserves. Ces réserves s'épuisant, le renouvellement devient crucial : tel est le cas des réserves de gaz de la Russie ou du pétrole au Mexique, par exemple.

Actuellement, sans aucun renouvellement des réserves disponibles, la satisfaction de la demande ne serait possible que jusqu'aux alentours de 2010 pour le pétrole, 2020 pour le gaz et 2040 pour le charbon, et, au-delà, les productions déclineraient très rapidement. Un tel scénario extrême est très peu probable : chaque année des investissements sont faits pour équiper et produire de nouveaux volumes de combustibles fossiles. Il est important de prendre conscience que les efforts entrepris pour mobiliser de nouvelles réserves et les investissements qui les accompagnent seront indispensables pour assurer une période de transition énergétique acceptable par tous et souhaitable d'un point de vue environnemental. Période qui verrait une diversité plus grande des sources d'énergie renouvelable et une diminution progressive de la part des énergies fossiles.

Quelle évolution possible de la courbe de production des fossiles ?

La multiplicité des paramètres et des inconnus qui sont à l'origine de la transformation des ressources en réserves amène les spécialistes vers deux types de schémas de production pour chacune des trois sources d'énergie. Le premier type est basé sur une production croissante jusqu'à un maximum (pic de production) suivi d'un déclin plus ou moins rapide. Le deuxième type parie plutôt sur l'existence d'un pseudo plateau de production. Ce deuxième type est de plus en plus considéré comme le plus probable par bon nombre de spécialistes. L'existence d'un pseudo plateau de production serait consécutive à des limitations des productions, mais aussi de la demande.

Avec du côté de l'offre :

- ✓ une volonté politique de gestion patrimoniale des ressources de la part de quelques pays riches en ressources extractibles dont l'objectif serait de préserver les revenus futurs découlant de leur exploitation ;
- ✓ une volonté des investisseurs de gérer au mieux les infrastructures existantes et de ne pas surdimensionner les nouvelles infrastructures dans le seul but de répondre à un pic de production ;

- ✓ des délais de mise en production de plus en plus longs consécutifs au développement de gisements de plus en plus éloignés des zones équipées et des zones de consommation ;

- ✓ des déficits d'investissement locaux (déclin des productions).

Et du côté de la demande, un ralentissement du rythme de consommation, voire des baisses temporaires ou locales de consommation :

- ✓ du fait de l'augmentation des prix ;

- ✓ en raison de la mise en œuvre de politiques volontaristes visant la diffusion de techniques améliorant l'efficacité énergétique et/ou le développement des énergies alternatives, dans un double souci de sécurité d'approvisionnement et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Un siècle de transition

Compte tenu de l'importance des fossiles dans le bilan énergétique mondial et des inerties inhérentes aux systèmes énergétiques, veiller à la mobilisation de nouvelles réserves restera indispensable dans les décennies à venir. Le XXI^e siècle sera un siècle de transition dans le domaine de l'énergie : d'un approvisionnement très dépendant des fossiles la société évoluera vers un approvisionnement plus diversifié. Cette transition devra être maîtrisée (sans heurt préjudiciable aux économies) et passera donc par un appel encore important au pétrole, au gaz naturel et au charbon pour les décennies à venir.

La question de la disponibilité des réserves dans le futur a souvent été posée dans le passé et est aujourd'hui plus que jamais d'actualité, notamment et surtout pour le pétrole. Le caractère fini des ressources fossiles de pétrole, de gaz naturel et de charbon à la surface de la planète est une réalité, comme le fait qu'une croissance de la production au rythme actuel n'est pas soutenable éternellement. Cependant, l'examen des ressources pouvant être produites dans le futur tend à indiquer que ce ne sont pas les ressources potentiellement exploitables qui posent problème à moyen terme, mais plutôt leur transformation en réserves. Il faut, en effet, rappeler que le passage de l'état de ressources à l'état de réserves nécessite un contexte technique, financier, économique et de marché, mais aussi réglementaire et politique favorable : des conditions qui ne sont pas toujours réunies localement ou régionalement.

Les craintes sur les ressources mobilisables à terme sont exprimées au travers de la notion de pic de production (augmentation de la production jusqu'à un maximum puis déclin rapide selon une courbe en cloche) et de son échéance au niveau mondial. Des dates sont régulièrement annoncées, plus ou moins proches selon les experts, notamment pour le pétrole. Il est important de rappeler le caractère très subjectif de cette notion de pic : l'estimation, par exemple, que nous pourrions faire aujourd'hui de la date du pic de production pour le pétrole reste dépendante de notre perception des réserves actuelles mais bien peu des ressources ultimes

recupérables (nouvelles réserves par amélioration des techniques d'exploration et de production). Il est important, enfin, de souligner également le caractère très théorique de cette notion. La réalité sera sans doute autre : nombreux sont les spécialistes qui, aujourd'hui, pensent que la perspective d'un plateau de production plus ou moins régulier est sans doute plus réaliste.

Références bibliographiques

La bibliographie sur ce sujet d'actualité est excessivement abondante, la qualité des publications disponibles est fort variable, aussi nous

sommes nous contentés de fournir les grandes sources utilisées pour écrire cet article.

- ✓ Les banques de données payantes : IHS Energy Group et Wood Mackenzie.
- ✓ Les banques de données plus accessibles de BP Statistical Review, Oil Et Gas Journal, World Oil et Cedigaz.
- ✓ Les centaines d'articles publiés par l'AAPG, l'Agence internationale de l'énergie, les congrès et manifestations locales ou mondiales du pétrole, du gaz et du charbon.
- ✓ Les publications nombreuses des compagnies opératrices, des indépendants spécialistes ou non.