

Charbon : ressources, réserves et production

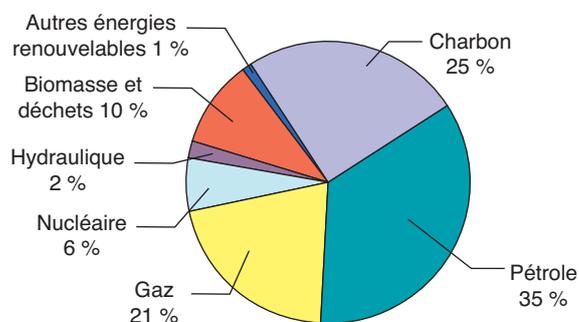
Pour les Français qui ont vu fermer leur dernière mine de charbon en 2004, le "retour" du charbon dans le débat politique peut avoir quelque chose d'un peu étonnant. En effet, même si le charbon est encore utilisé dans l'industrie et pour la production d'électricité, il ne constitue plus depuis longtemps la source d'énergie principale pour cette dernière. Cette situation, propre à la France et à certains pays européens, est loin de représenter la situation mondiale, où, face à une demande d'énergie en très forte hausse, le charbon, avec des réserves estimées par le World Energy Council à près de 145 ans de consommation actuelle, apparaît comme une énergie d'avenir et une alternative au pétrole, au gaz et au nucléaire pour la production d'électricité.

Le charbon est le combustible fossile le plus anciennement utilisé. Il a rendu possible la première révolution industrielle à la fin du 18^e siècle en Angleterre et fourni les bases énergétiques essentielles de la seconde à la fin du 19^e siècle. Bien que la concurrence du pétrole et du gaz naturel aient fait progressivement baisser sa contribution à la fourniture d'énergie dans le monde, il est encore la deuxième énergie primaire utilisée derrière le pétrole et devant le gaz naturel. En 2005, il représentait 1/4 de la consommation d'énergie primaire dans le monde.

Plus des trois quarts de la demande en charbon provient des centrales électriques et des cimenteries où il est utilisé comme combustible. Il est par ailleurs indispensable dans l'industrie sidérurgique (il faut 600 kg de coke¹ pour faire une tonne d'acier). On peut également citer le fait qu'il est à l'origine de sous-produits (on parle de "carbochimie") utilisés dans l'industrie pharmaceutique, l'industrie des colorants, les plastiques et les produits de synthèse textiles, les engrais, etc. Enfin, il est également utilisé pour la consommation domestique (chauffage, cuisson des aliments) dans certains pays. De plus, de nouveaux débouchés pour le charbon se développent : la production de carburants de synthèse — le Coal to

[1] le coke est le obtenu par distillation du charbon en l'absence d'oxygène. C'est du carbone à peu près pur. La cokéfaction produit aussi des produits volatils qui sont également utilisés dans l'industrie.

Demande mondiale en énergie primaire en 2005
11,4 Gtep



Source : AIE WEO 2007

Liquid (ou CTL, voir fiche "Liquéfaction du charbon"), la production de méthane — Coal Bed Methane et Coal Mine Methane (CBM et CMM, voir fiche "CBM : bilan et perspectives") et le stockage du CO₂.

Le charbon, une ressource naturelle complexe...

Le charbon est une roche sédimentaire stratifiée, qui contient, après séchage à 110 °C, au moins 50 % de carbone organique, aux côtés d'autres atomes (hydrogène, oxygène, azote, soufre) et de phases

Charbon : ressources, réserves et production

minérales constituant les "cendres" à l'issue de la combustion de la roche.

Brun à noir, il s'est formé à partir d'une matière organique qui a subi une série de transformations complexes lors de son dépôt puis de son enfouissement dans les couches sédimentaires. On parle de "houillification" (*coalification* en anglais) pour désigner le processus qui, au cours de l'enfouissement, va produire des charbons de maturité — *rank* en anglais — croissante : du stade tourbe jusqu'au stade anthracite en passant par le stade des lignites et celui des houilles.

La majorité des charbons est formée à partir de végétaux supérieurs terrestres — on parle alors de charbons humiques — déposés dans des marais ou des tourbières. Les grands gisements houillers sont constitués de ce type de matière organique. Une autre catégorie de charbons est constituée par du matériel algaire généré donc en milieu aquatique ; on parle alors de charbons sapropéliques. Mais les modes de production de ces matériels ne peuvent conduire à des gisements de grande taille. Cette catégorie représente moins de 10 % des réserves mondiales.

Les charbons humiques les plus anciens remontent au dévonien, à plus de 400 Ma (millions d'années), époque où commence le peuplement des terres par les cryptogames vasculaires (ex : les fougères), premiers végétaux supérieurs, puis dès le carbonifère (vers 350 Ma) par les gymnospermes (ex : les conifères) et à partir du crétacé (140 Ma) par les angiospermes (les plantes à fleurs). Les charbons sapropéliques peuvent être plus anciens puisque certains ont été trouvés dans des terrains datés du cambrien (540-490 Ma) comme en Australie, voire extrêmement anciens (1,8 à 3 milliards d'années) comme en Sibérie.

L'âge du dépôt, qui a donc un impact sur le type de plantes, n'est qu'un des nombreux facteurs qui vont influencer sur les caractéristiques finales du charbon, caractéristiques qui résultent donc de l'ensemble des processus intervenant lors du dépôt puis de l'enfouissement de la matière organique.

Parmi les facteurs qui jouent un rôle majeur lors du dépôt de la matière organique, citons :

- le climat qui influe, lui aussi, sur le type de plantes et sur le type de tourbières ;
- les processus biologiques et chimiques qui vont dégrader et décomposer ces plantes, processus eux-mêmes liés à la présence d'oxygène et de micro-organismes dans le milieu, et régulés par l'alcalinité ou l'acidité de l'eau disponible ;

- la matière minérale absorbée par les plantes qu'elle provienne des sols sur lesquels ces plantes poussent, qu'elle soit dissoute dans l'eau du marais ou apportée par le vent ; ces paramètres étant reliés à la localisation géographique du dépôt, à l'hydrologie, au volume de sédiments apportés.

Ces facteurs sont donc à l'origine :

- de la distribution régionale ;
- de l'architecture des corps charbonneux, de leur épaisseur et leur continuité ;
- du type de charbons en termes de composition macérale² et de quantité de matière minérale associée à la matière organique (quartz, minéraux argileux, pyrite, calcite et sidérite) ;
- de la présence d'éléments en traces (comme l'arsenic, le cadmium, le mercure, etc.), leur concentration et leur répartition verticale et latérale ;
- de leurs propriétés pétrophysiques (porosité et perméabilité).

L'ensemble des processus chimiques et physiques qui interviennent lors du processus de houillification est régi par l'augmentation de la température et, dans une moindre mesure, par celle de la pression, toutes deux contraintes par le contexte géodynamique et tectonique de la région considérée au long de son histoire. Au cours de ce processus, la matière organique perd progressivement son eau et ses éléments volatils riches en hydrogène, s'enrichissant relativement en carbone fixé et engendrant d'importantes quantités de gaz dont une partie restera piégée à l'intérieur même de la roche, en raison de sa très faible perméabilité. Ces gaz sont connus depuis longtemps mais sont difficilement exploitables. On distingue le CBM (*coal bed methane*), qui est la quantité totale de méthane présent dans le charbon, et le CMM (*coal mine methane*), qui est la quantité de gaz réellement extraite de la mine. Le grisou, hélas bien connu des mineurs, représente une fraction du CBM.

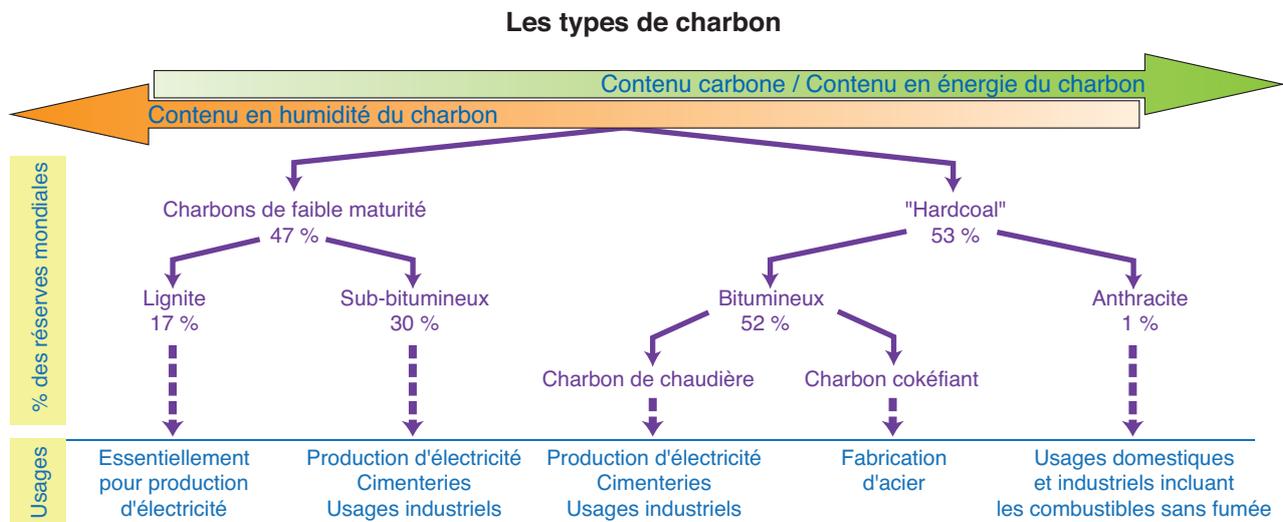
... dont la valeur dépend étroitement de ses caractéristiques

L'utilisation du charbon et sa valeur sont directement liés à ces propriétés :

- Le rang (son degré de maturation) est le paramètre clé pour l'évaluation des réserves. Par rang croissant on définit :
 - les lignites, de faible pouvoir calorifique (de 5,5 à 14,3 MJ/kg) dont l'usage est restreint à la production d'électricité ; les lignites représentent 17 % des réserves mondiales ;

[2] les macéraux sont les particules de matière organique héritées des restes de plantes ;

Charbon : ressources, réserves et production



- les charbons sub-bitumineux de 8,3 à 25 MJ/kg et les charbons bitumineux de 18,8 à 29,3 MJ/kg, tous deux adaptés à la production d'électricité ou de coke pour hauts fourneaux et à la filière CTL (Coal to Liquid) ; ils représentent 82 % des réserves mondiales ;
- les anthracites, à fort pouvoir calorifique (30 MJ/kg), utilisés à des fins domestiques et industrielles, et qui ne représentent que 1 % des réserves mondiales.

Dans la classification américaine présentée ici, les lignites et les charbons sub-bitumineux sont associés sous le terme de *"brown coal"*, les charbons bitumineux et les anthracites sous le terme de *"hard coal"*. D'autres classifications existent, dont la classification allemande, où les catégories ne recouvrent pas exactement celles du système américain. La valeur énergétique d'un charbon peut varier dans une large gamme de valeurs.

- La teneur en cendres, le type et la concentration d'éléments en traces, directement liés à la présence de la phase minérale dans les charbons, ont un impact au niveau industriel (efficacité des fours, types de chaudières, procédés d'élimination) et au niveau environnemental (toxicité des effluents gazeux) ;

Le coke, essentiel à la production de fer et d'acier, est obtenu à partir de charbons bitumineux qui possèdent certaines propriétés physiques qui font qu'ils se ramollissent, se liquéfient et se resolidifient en fragments durs mais poreux quand on les chauffe en l'absence d'oxygène. Ils doivent en outre avoir de faibles teneurs en phosphore, en soufre et en cendres.

- Les propriétés pétrophysiques et la composition en macéraux jouent un rôle sur la capacité d'adsorption et de désorption des charbons et donc leur capacité à produire du CBM et à stocker du CO₂.
- La distribution régionale, l'architecture des corps charbonneux, leur épaisseur, leur continuité ont un impact direct sur les conditions d'exploitation et la valeur économique du gisement, ainsi que sur l'évaluation des volumes en gaz et le potentiel de stockage en CO₂.

En conclusion, même si le rang est le paramètre systématiquement pris en compte pour évaluer la richesse des pays en charbon, il ne faut pas perdre de vue que, dans un deuxième temps, ses autres caractéristiques peuvent avoir un impact dans son exploitation, notamment au niveau des contraintes environnementales qui s'imposent de plus en plus.

Ressources et réserves

Il existe un certain nombre de classifications, plus ou moins complexes car plus ou moins détaillées, qui reflètent les nombreux critères à la fois géologiques et économiques entrant en jeu dans la décision d'exploiter ou non un gisement de charbon.

Suivant les définitions du World Energy Council (WEC), les ressources correspondent aux volumes de charbon encore en place à une époque donnée et considérées comme techniquement extractibles — on entend par là des dépôts de charbon situés à des profondeurs maximales (en général inférieures à 1 800 m) compatibles avec les moyens techniques d'extraction et se présentant sous forme de veines suffisamment

Charbon : ressources, réserves et production

épais (au minimum de 35 cm à 80 cm suivant le type de charbon). Elles peuvent être prouvées (*proved*), ou bien probables (*indicated*) ou possibles (*inferred*) suivant le degré d'incertitude. Les ressources prouvées correspondent à du charbon dont la maturité (le rang), la qualité et la quantité sont établies à partir de données géologiques fiables et appuyées par des mesures et des analyses. Les ressources probables et possibles incluent les quantités qui pourraient exister dans des extensions encore inexplorées de dépôts connus ou bien dans des dépôts non découverts de zones minières reconnues, mais aussi les quantités estimées sur la base de conditions géologiques favorables reconnues.

Les réserves sont la part des ressources qui sont économiquement exploitables à une date donnée. On parle de réserves récupérables prouvées ou tout simplement de réserves prouvées pour désigner la part des ressources prouvées qui peuvent être récupérées dans le futur dans les conditions économiques locales présentes et attendues avec les technologies actuelles. À ces réserves s'ajoutent des réserves récupérables "additionnelles estimées" qui correspondent à des volumes en place dont l'exploitation est estimée raisonnable dans le futur sur la base des informations géologiques et techniques disponibles.

Ce sont les réserves récupérables prouvées qui sont utilisées pour classer les pays et bâtir les scénarios du futur. Les ressources prouvées, qui doivent être prises avec beaucoup plus de précaution, donnent néanmoins une idée des potentialités qu'offre le charbon.

Six pays dominent le monde du charbon

Les ressources mondiales en charbon, tous types confondus, pourraient dépasser 1 000 milliards de tonnes (Gt) en ressources prouvées auxquelles on pourrait ajouter 1 770 Gt de ressources additionnelles estimées. Ces ressources sont abondantes mais les chiffres sont à prendre avec beaucoup de précaution. Selon le WEC, les données sont parcellaires et ne sont donc pas obligatoirement représentatives de chaque région.

On peut toutefois accorder crédit aux chiffres publiés par certains des pays qui sont aussi les plus riches en réserves. Les États-Unis ont de très loin les ressources les plus importantes du monde. Début 2006, le comité américain du WEC annonçait des ressources prouvées en place de 447 Gt de charbon (54 % de charbon bitumineux, 37 % de sub-bitumineux et 9 % de lignite) auxquelles pourraient venir s'ajouter d'importantes

quantités de ressources additionnelles estimées à plus de 1 100 Gt.

L'Australie est dotée elle aussi de volumes non négligeables avec 97,3 Gt de ressources prouvées (57 % de charbon bitumineux et sub-bitumineux et 43 % de lignite) auxquelles pourraient s'ajouter 283 Gt de ressources additionnelles.

L'Inde affiche quelque 100 Gt de ressources prouvées (dont 96 % en charbon bitumineux) et 157,5 Gt de ressources additionnelles.

Quant à la Fédération de Russie et la Chine, les données sont très incertaines. Selon les informations du Ministère russe des ressources naturelles, en mai 2006, les ressources en place prouvées seraient de 184 Gt et les ressources additionnelles de plus de 200 Gt. En ce qui concerne la Chine, le chiffre de 988 Gt de ressources estimées, déjà avancé en 1991, a été repris en 2001.

Les réserves prouvées de charbon à fin 2005 sont estimées à 847,5 Gt, représentant environ 145 ans de production au rythme actuel soit beaucoup plus que le pétrole (40 ans) ou le gaz (65 ans). Par rapport aux autres combustibles fossiles, les réserves sont plus également réparties à la surface du globe puisque les trois zones Amérique du nord, Communauté des États Indépendants et Asie/Océanie renferment chacune 27 à 30 % des réserves mondiales. La carte ci-après présente la répartition géographique comparée des réserves de charbon, de pétrole et de gaz.

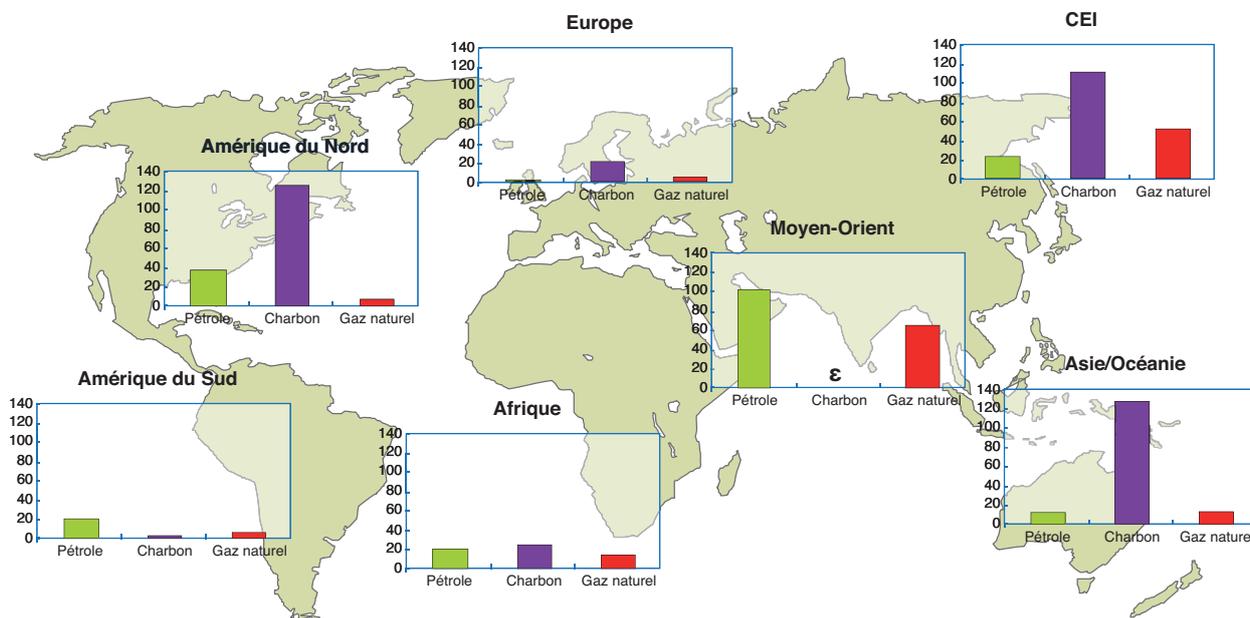
Les réserves de charbon à fin 2005 sont concentrées dans six pays qui représentent à eux seuls 82 % des réserves mondiales. Par importance décroissante, on trouve les États-Unis (28,6 %), la Fédération de Russie (18,5 %), la Chine (13,5 %), l'Australie (9 %), l'Inde (6,7 %) et l'Afrique du Sud (5,7 %). On peut y ajouter encore l'Ukraine, le Kazakhstan et la Serbie dont les réserves dépassent 1 % des réserves mondiales. Les quelque 70 autres pays en représentent en tout moins de 9 %. L'ensemble des pays européens (Serbie incluse) ne compte que pour 5,2 %.

Les 847,5 Gt de charbons peuvent être décomposées en 431 Gt d'anthracite et de charbons bitumineux, 267,8 Gt de charbons sub-bitumineux et 149,8 Gt de lignite, ce qui fait apparaître des contrastes significatifs à la fois dans la répartition géographique et la place des six pays majeurs. Si la répartition des réserves en charbons bitumineux et anthracite reflète globalement celle des charbons pris dans leur ensemble, il n'en est pas de même pour les deux autres catégories.

Les réserves de charbons sub-bitumineux sont en effet dominées par les États-Unis et la Fédération de Russie

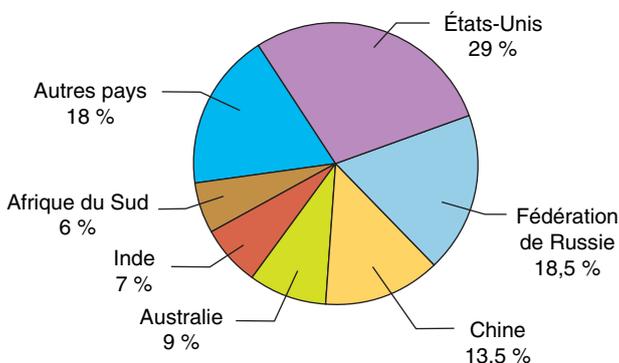
Charbon : ressources, réserves et production

Réserves mondiale en énergies fossiles (Gtep)

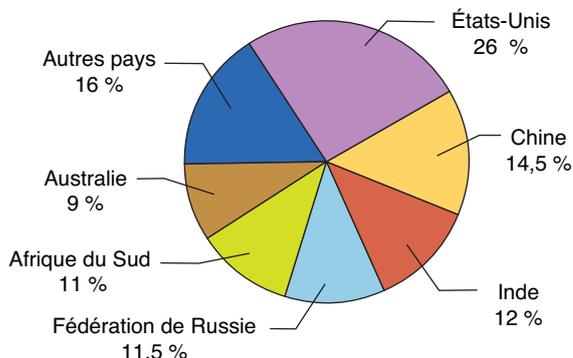


Source : WEC, BP, IFP

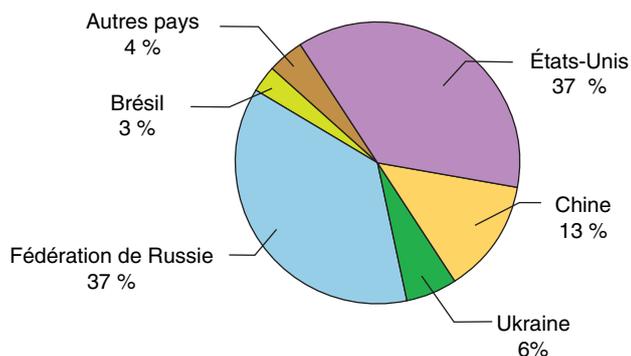
Répartition géographique des réserves récupérables de charbon à fin 2005



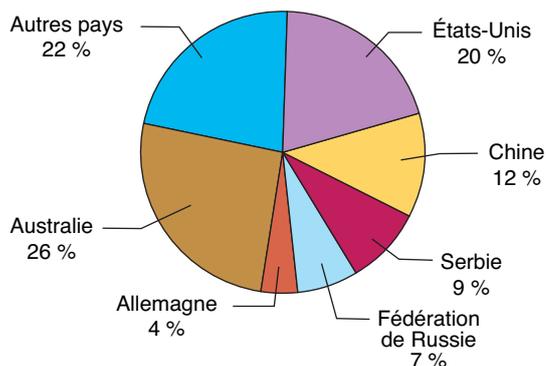
Répartition géographique des réserves en anthracite et charbons bitumineux



Répartition géographique des réserves en charbons sub-bitumineux



Répartition géographique des réserves en lignite



Charbon : ressources, réserves et production

qui à eux seuls en contiennent 74 %, suivis par la Chine (13 %), l'Ukraine (6 %) et le Brésil (3 %). En ce qui concerne les réserves de lignite, il faut noter l'apparition de l'Allemagne et de la Serbie dans les six pays les plus importants, ce qui place l'Europe en 3^e position derrière l'Australie et les États-Unis pour ce type de charbon.

Avec 112,3 Gt de charbons bitumineux, 100 Gt de charbons sub-bitumineux et 30,4 Gt de lignite, les États-Unis se classent premiers pour leurs réserves en charbons bitumineux et sub-bitumineux et deuxièmes derrière l'Australie pour le lignite. Les charbons sont largement distribués sur le territoire et plus particulièrement dans l'Ouest, dans le centre (états de l'Illinois et partie occidentale du Kentucky) et dans les Appalaches.

La Chine est le second pays par ses réserves en charbons bitumineux et sub-bitumineux et le troisième pour le lignite, avec un total de 114,5 Gt de réserves récupérables. Toutes les régions ont du charbon mais les trois quarts des réserves récupérables sont situées dans le nord et le nord-ouest, particulièrement dans les provinces de Shanxi, de Shaanxi et en Mongolie intérieure.

En Russie, 23 % des 49 Gt de charbons bitumineux peuvent être exploités en surface et 55 % sont cokéfiabiles ; les 3/4 des 97,5 Gt de réserves en charbons sub-bitumineux et 100 % des 10,5 Gt de lignite peuvent être exploitées en mines à ciel ouvert. De nombreux bassins contiennent du charbon, dans la partie européenne de la Russie (bassins de Moscou, du Donetz ou de Pechora) ainsi qu'en Sibérie occidentale (bassins du Kuznetsk et Kansk-Achinsk) et orientale (bassins de Lena et de Tunguska). Le bassin de Kuznetsk recèle toutefois la majeure partie des réserves prouvées et représente plus de la moitié de la production russe.

L'Australie se place en quatrième position avec des réserves en charbons bitumineux (incluant les sub-bitumineux) à hauteur de 39,2 Gt, localisées principalement dans la Nouvelle Galles du Sud et le Queensland, et des réserves en lignite de quelque 37,4 Gt exclusivement localisées dans l'état de Victoria ; la moitié des charbons bitumineux et la totalité des réserves en lignite sont exploitables en mines à ciel ouvert.

Les réserves en Inde sont constituées essentiellement par des charbons bitumineux, lesquelles, avec 52,2 Gt, placent ce pays en troisième position derrière les États-Unis et la Chine pour ce type de charbon. Les principaux dépôts de ces charbons sont localisés dans la moitié

orientale du pays qui concentre 77 % des réserves. Malheureusement, ces charbons, ainsi que le lignite (moins de 4,3 Gt de réserves), largement utilisés pour produire de l'électricité, sont de qualité médiocre avec une forte teneur en cendres et un faible pouvoir calorifique.

En Afrique du Sud, l'essentiel des réserves est constitué par des charbons bitumineux (48 Gt) localisés principalement dans le Transvaal et la partie nord du bassin de Karoo. Il s'agit de charbons pauvres en soufre mais à forte teneur en cendres.

L'Ukraine contient 16,5 Gt de réserves en charbons sub-bitumineux, ce qui la place en quatrième position mondiale pour ce type de charbon. Il faut y ajouter quelque 15 Gt de charbons bitumineux. Les dépôts sont majoritairement localisés dans le bassin de Donetz.

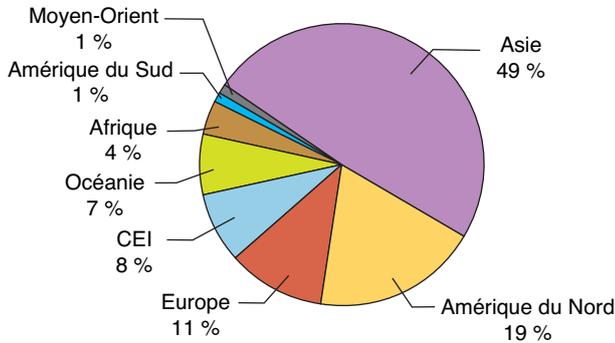
La Serbie a les réserves de lignite les plus importantes d'Europe, avec 13,5 Gt qui représentent 98 % de la production de ce pays. Tous les gisements sont exploités en surface. L'Allemagne contient d'importantes réserves de lignite — situées dans la région du Rhin — et jusqu'à 2002, était classée en première position mondiale avec 43 Gt. Ces réserves ont été baissées à 6,6 Gt en 2004 par les autorités allemandes. Il en est de même pour les réserves en "hard coal" qui sont passées de 23 à 0,183 Gt en 2004, soit une baisse de 99 %. Ces baisses s'expliquent par le retrait des réserves de charbon des mines subventionnées suite à l'arrêt des subventions. La Ruhr produit les trois quarts du «hard coal», qui est exploité à des profondeurs supérieures à 900 m.

Les pays les plus riches en réserves sont aussi les plus gros producteurs. D'après le World Energy Council (WEC), la production mondiale de charbon en 2005 s'établissait à 5,9 Gt. La Chine est de loin le premier producteur mondial avec 37,1 % des volumes extraits et les États-Unis se placent en seconde position avec 17,6 % des extractions. Viennent ensuite l'Inde, l'Australie, la Russie et l'Afrique du sud avec des parts respectives de production de 7,3 %, 6,4 %, 5,1 % et 4,2 %. Ces six premiers producteurs concentrent plus des trois quarts de la production mondiale.

La Chine et les USA, qui sont les deux premiers producteurs de charbon sont aussi les principaux pays consommateurs avec des parts respectives de 37 % et 17,5 % de la consommation mondiale. Viennent ensuite l'Inde, l'Allemagne, le Japon, la Russie et l'Afrique du Sud. En 2007, il semblerait que la Chine, qui était jusqu'à présent autosuffisante en charbon, soit devenue importatrice nette. Par ailleurs, les USA sont

Charbon : ressources, réserves et production

Répartition de la production de charbon en 2005
5,9 Gt



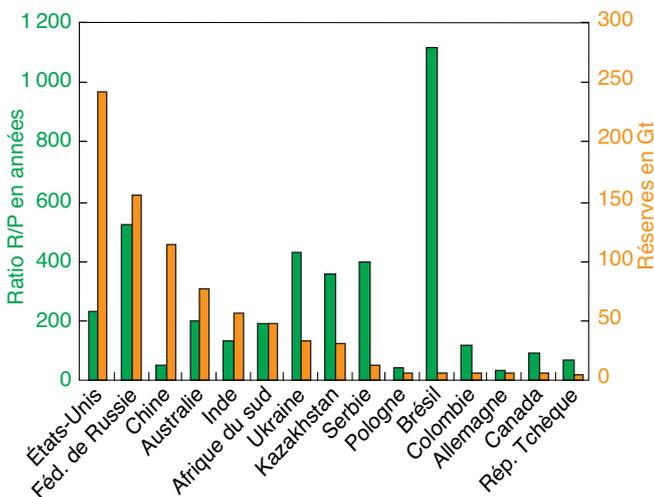
Source : WEC + IFP

autosuffisants et l'Inde importe 12 % de ses besoins en charbon ; cette part étant en croissance.

Quel avenir pour le charbon ?

Au rythme actuel de production, les 847,5 milliards de tonnes de réserves prouvées de charbon permettraient d'assurer les besoins mondiaux en cette énergie pendant environ 145 ans. Cependant les situations sont très diverses suivant les pays. Au niveau actuel de production, les réserves de la Chine seront épuisées dans une cinquantaine d'années. A contrario, les États-Unis disposeraient de plus de 230 ans de production, l'Inde de quelque 130 ans, l'Australie et l'Afrique du Sud autour de 200 ans et la Fédération de Russie de plus de 500 ans ! En Europe, les réserves de Pologne et d'Allemagne ne représentent respectivement que 47 et 33 ans de production.

Réserves et ratio Réserves/Production (R/P)
pour les 15 pays aux réserves les plus importantes



Source : WEC + IFP

Ces projections sont calculées à partir des réserves prouvées actuelles et des niveaux de production actuels et ceci amène à faire deux commentaires :

- Premier point important : les chiffres de réserves sont discutables. Dans la notion de réserves interviennent des critères économiques. Les réserves prouvées auront théoriquement tendance à diminuer quand le prix du charbon baisse, certaines mines n'étant plus considérées comme rentables. A contrario, si le prix du charbon augmente, certaines ressources pourraient être reclassées comme réserves. En fait, ce cas n'a été rencontré jusqu'à maintenant que dans deux pays : en Inde et en Australie où leurs réserves en charbon bitumineux et anthracite ont été augmentées respectivement de 160 % et de 30 % entre 1987 et 2005. Tous les autres pays ont individuellement revu à la baisse leurs réserves en "hard coal", à hauteur de quelque 15 % à l'échelle mondiale, certains pays de manière spectaculaire, comme on l'a vu pour l'Allemagne ou comme ce fut aussi le cas en Pologne. Cette tendance globale se retrouve si on prend en compte l'ensemble des charbons, du lignite à l'anthracite (- 6,8 % entre fin 2002 et fin 2005). Elle ne peut être attribuée à la production dont la valeur cumulée sur la même période est faible comparée à cette baisse. Elle ne peut non plus être attribuée, sauf cas particuliers, à une requalification des réserves en ressources puisque sur une période presque identique, entre 1980 et 2005, les ressources mondiales en charbon ont été divisées par deux.

Autre problème, certains chiffres ne sont pas réactualisés. C'est le cas pour la Chine dont les valeurs des réserves prouvées n'ont pas été réactualisées depuis 1992 alors qu'il est établi que 20 % de ces réserves ont été produits depuis et que 1 à 2 % ont été brûlés dans des incendies non contrôlés. Et que penser aussi de l'information citée par le WEC selon laquelle les réserves en place, à mi-2007, s'élèveraient à quelque 1 000 Gt de réserves, démontrées ou explorées, incluant tous les degrés d'incertitude entre prouvées et possibles ?

Même si on peut considérer comme crédibles les tendances lourdes identifiées et la hiérarchie des pays dans le domaine des réserves et des ressources, ces constatations jettent évidemment un certain doute sur les chiffres avancés et par voie de conséquence sur la durabilité du charbon dans le panel d'énergies disponibles à terme.

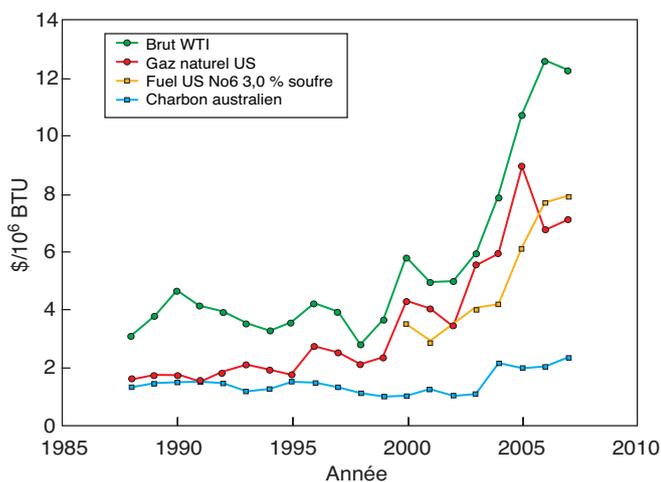
- Deuxième point important, la production est amenée à s'accroître. Si la production mondiale de charbon a

Charbon : ressources, réserves et production

été relativement stable sur la période 1985-2000, avec de fortes disparités des taux de croissance annuels (entre -3,8 % et +4,6 %), on enregistre depuis 2003 une progression annuelle de la production mondiale comprise entre 5,2 % et 7,7 %, une évolution qui s'explique principalement par la croissance forte de la demande de pays émergents tels que la Chine et l'Inde (voir fiches "Le charbon en Inde" et "Le charbon en Chine"), ainsi qu'un prix bas par rapport aux autres énergies fossiles auxquelles il peut se substituer pour certains usages comme la production d'électricité par exemple.

Par ailleurs, d'après le scénario tendanciel de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans le World Energy Outlook 2007, le charbon devrait être, hors énergies renouvelables, l'énergie primaire enregistrant la plus forte croissance de consommation d'ici 2030, avec une progression de 72 % par rapport à 2005 soit 2,2 %/an. D'autres organismes prévoient, dans leurs scénarios tendanciels, des hausses de consommation à 2030 de l'ordre de 65 % (Commission européenne) ou même 95 % (DOE EIA). D'après ces divers scénarios, la consommation de charbon s'établirait entre 3,9 et 4,9 Gtep en 2030 (elle est de 2,9 Gtep en 2005).

Prix des combustibles (par unité d'énergie)



Le charbon est aussi l'énergie primaire à plus fort contenu carbone donc avec les émissions de CO₂ associées à sa combustion les plus importantes. La croissance forte de l'utilisation du charbon se conçoit difficilement sans le développement des technologies "charbon propre", qui visent à réduire l'impact environnemental de son utilisation (voir fiche "Charbon propre"). Des scénarios alternatifs de consommation d'énergies sont également développés par certains

organismes. Ils sont basés sur des politiques volontaristes de réduction des émissions de CO₂ qui passent notamment par une réduction de la consommation (économies d'énergie) et l'utilisation d'énergies moins émettrices. Ces scénarios tablent sur une croissance de la demande de charbon à l'horizon 2030 de l'ordre de 1 % (CE) à 27 % (AIE), ce qui entraînerait une consommation en 2030 comprise entre 2,93 et 3,7 Gtep.

Les différents scénarios de consommation, de référence ou alternatifs, représentent une consommation cumulée de charbon entre 2005 et 2030 comprise entre 73 et 101 Gtep soit 18 à 24 % des réserves prouvées en 2005. La réponse à la forte demande ne sera donc vraisemblablement pas contrainte par les volumes de réserves de charbon mais plutôt par la capacité de l'industrie extractrice à accroître ses capacités à un rythme très soutenu, surtout dans les scénarios tendanciels.

Conclusion

Le charbon constitue ainsi une énergie fossile :

- abondante: au rythme actuel de production, les réserves actuelles permettent d'assurer 145 ans de consommation actuelle. Même si les chiffres de réserves dans certains pays sont soumis à caution (Chine, Russie) et que la production est amenée à augmenter rapidement, la tendance lourde persiste.
- relativement bien répartie géographiquement, en tout cas mieux que le pétrole et le gaz : l'Amérique du nord, l'Asie/Océanie et la CEI détiennent en effet chacune 27 à 30 % des réserves actuelles de charbon. Celui-ci contribue ainsi activement à l'indépendance énergétique de certains pays gros consommateurs d'énergie tels que la Chine ou les USA.
- peu onéreuse comparativement aux autres énergies fossiles: son prix a certes été multiplié par près de 2 entre 2003 et 2007, mais le charbon reste encore près de 5 fois moins cher que le pétrole et 3 fois moins cher que le gaz par unité d'énergie.

Dans le contexte actuel de difficulté d'accès à la ressource en pétrole et gaz pour les pays non producteurs et de hausse des prix, ces trois atouts sont très importants et expliquent l'engouement récent pour cette énergie qui a pu être considérée comme étant "d'un autre siècle".

Charbon: ressources, réserves et production

Mais le charbon constitue également la source d'énergie la plus émettrice (au niveau de sa combustion) de CO₂, gaz reconnu pour son effet sur le réchauffement climatique, et c'est là tout le dilemme associé à son utilisation. Il apparaît aujourd'hui difficilement concevable que le développement de

l'utilisation du charbon, tel que prévu par les nombreux scénarios tendanciels, se fasse sans revoir profondément la manière dont il est consommé.

*G. Bessereau - A. Sanière
genevieve.bessereau@ifp.fr - armelle.saniere@ifp.fr
Manuscrit transmis en décembre 2007*