

CHARBON 2012

ÉTAT NATUREL : la teneur moyenne de l'écorce terrestre en carbone est de 0,2 %. Il est présent :

- A l'état natif sous forme de [graphite](#) et [diamant](#).
- Plus ou moins combiné à l'[hydrogène](#) et l'[oxygène](#) dans les charbons.
- A l'état combiné dans les hydrocarbures ([pétrole](#), [gaz naturel](#)), les carbonates ([calcaire](#), [dolomie](#)), le [dioxyde de carbone](#) (dans l'[eau](#), l'[atmosphère](#)), voir les chapitres consacrés à ces différents produits, ainsi que dans la matière vivante.
- 1 t de houille = 0,619 tep, 1 t de lignite = 0,405 tep.

C'est une roche renfermant suffisamment de carbone pour être utilisable comme combustible.

ÉTAT NATUREL : il s'est formé par fossilisation de végétaux, à l'abri de l'air, à l'ère carbonifère, entre 360 et 290 millions d'années, dans des bassins sédimentaires. Les charbons sont constitués de carbone, de matières volatiles (dihydrogène, hydrocarbures) qui s'enflamment et d'impuretés minérales (schistes...) qui donnent, après combustion, les cendres.

La teneur en carbone des charbons est d'autant plus élevée qu'ils sont plus anciens. On distingue les charbons par leur teneur en carbone, leur pouvoir calorifique (quantité de chaleur en millithermie dégagée par 1 kg de charbon) ou en fonction de leurs propriétés et utilisation, par exemple :

- Gras ou charbons à coke qui sont utilisés pour produire le coke métallurgique.
- Flambants ou charbons vapeur qui sont utilisés pour produire de l'[énergie](#) dans les chaudières industrielles. Ce sont les charbons les plus abondants.

Classification d'après la teneur en carbone :

- La tourbe ou lignite brun est de formation récente, au quaternaire. Elle renferme de 25 à 35 % de C, 30 % de O₂, 6 % de H₂ et est extraite des marais.
- Le charbon sub-bitumineux ou lignite noir s'est formé au tertiaire. Il renferme de 35 à 45 % de C, 25 % de O₂, 5 % de H₂.
- Le charbon bitumineux s'est formé à l'ère primaire (carbonifère, 250 à 300 millions d'années). Il renferme de 45 à 86 % de C.
- L'antracite contient plus de 86 % de C. Il est très recherché, mais les réserves mondiales sont peu abondantes. Il est principalement utilisé pour le chauffage domestique individuel.

Exploitations minières :

A ciel ouvert ou découvertes : le charbon est exploité ainsi lorsque la couche de stérile ne dépasse pas de 200 à 400 m d'épaisseur.

Elles présentent l'avantage, par rapport aux exploitations souterraines, d'une productivité nettement supérieure (les dernières mines mises en exploitation extraient de 10 à 30 millions de t par an), d'une mise en exploitation plus rapide (2 à 5 ans, au lieu de 10 ans), de coûts d'exploitation plus réduits, de taux de récupération qui peuvent atteindre plus de 90 % et de conditions de travail moins dangereuses. L'activité minière est dans ce cas une activité de type travaux publics. Par exemple, pour l'exploitation de la "Grande Découverte" de Carmaux, 82 millions de t de stériles ont été déplacées pour extraire, en 10 ans, 1,2 million de t de charbon.

La plus grande exploitation, à ciel ouvert, dans le monde, est celle de [Cerrejón](#), dans la péninsule de Guajira, au Nord-Est de la Colombie. Le gisement s'étend sur 69 000 hectares et le complexe minier, comprenant, la mine, la voie ferrée et le port, est propriété à parts égales d'Anglo American, BHP Billiton et Glencore Xstrata. La production de 34,6 millions de t, en 2012, est acheminée par voie ferrée, sur 150 km, par des convois pouvant atteindre 130 wagons, jusqu'à Puerto Bolivar sur la mer des Caraïbes. La production totale depuis 1985 a été de 525 millions de t. Le charbon est destiné exclusivement à l'exportation (40,1 % vers l'Europe, 26,7 % l'Amérique du Nord, 20,2 % l'Amérique du Sud et Centrale). Les réserves prouvées, jusqu'à 300 m de profondeur sont de 3 milliards de t.

Dans le monde, les exploitations minières sont de plus en plus à ciel ouvert. [La moyenne mondiale est de 40 %, en 2006, alors qu'elle était de 22 % en 1970.](#) Les exploitations australiennes sont à 80 % à ciel ouvert, celles des Etats-Unis à 66 %.

Souterraines : les mines sont exploitées selon deux méthodes.

- La méthode des chambres et piliers laisse subsister des piliers maintenant la voute, ces piliers pouvant renfermer 40 % du charbon présent initialement. Les piliers peuvent être parfois, ensuite, abattus,
- celle de longue taille exploite un front de taille sur 3 à 4 km de long et 250 à 400 m de large, en maintenant temporairement la voute par des vérins hydrauliques puis en la laissant s'effondrer derrière l'exploitation, c'est le foudroyage qui permet de récupérer environ 75 % du charbon contenu.

Une unité d'exploitation comporte au moins 2 puits reliés entre eux par un ensemble de galeries pour assurer la circulation d'air (aéragé) afin de diluer le grisou (CH₄) et abaisser la température. Du [diazote](#) sous pression est utilisé comme gaz d'inertage, à titre préventif et curatif, pour traiter les zones déjà exploitées dans lesquelles le charbon restant a tendance à s'échauffer par oxydation à l'air.

L'eau est évacuée (exhaure) par une cascade de pompes vers la surface (les débits moyens sont de 20 à 30 m³/min/unité).

Exemple du bassin de Lorraine exploité par les Houillères du Bassin de Lorraine (groupe Charbonnages de France), [les dernières unités de production ayant fermé en 2004.](#)

Le gisement lorrain est le prolongement, en France, du gisement exploité depuis le XVI^{ème} siècle en Sarre où il affleure. L'exploitation a débuté, en 1856, à Petite-Rosselle. La structure géologique du gisement est complexe. L'inclinaison des veines de charbon varie de l'horizontale ("plateures" entre 0 et 30° d'inclinaison) à la verticale ("dressants" pour une inclinaison > 65°), en passant par les "semi-dressants". Avant la fin de l'exploitation, 3 unités exploitaient des "plateures" : La Houve à Creutzwald (profondeur : 1 000 m), Reumaux à Freyming-Merlebach (profondeur : 1 250 m) et Forbach. Une unité (Vouters à Freyming-Merlebach) exploitait les "dressants".

Concentration : après extraction, le charbon brut est dirigé vers des lavoirs. Il est immergé dans un liquide dense composé d'[eau](#) et de particules de magnétite en suspension afin d'augmenter la densité du milieu. Ainsi, le charbon plus léger, flotte à la surface et est récupéré par raclage et les schistes, plus denses, coulent au fond du bac.

Productions : [en millions de tonnes de tous types de charbons, en 2012. Monde : 7 864, Union européenne : 581.](#)

Chine	3 650	Indonésie	386
États-Unis	922	Russie	355
Inde	606	Afrique du Sud	260
Australie	431	Allemagne	196

Source : BP Statistical Review of World Energy

En 2008, en Chine, on comptait 25 000 mines avec une production à 77 % de charbon bitumineux, 19 % d'anhracite, 5 % de sub-bitumineux. La production chinoise est située dans le nord du pays, en particulier dans la province du Shanxi (24 % de la production, en 2006) et en Mongolie Intérieure (13 % de la production) alors que les régions consommatrices sont situées à l'est. Le charbon représente actuellement 40 % du fret transporté par les chemins de fer chinois, le charbon extrait en Chine étant transporté à 60 % par rail.

En 2012, aux Etats-Unis, il y a 1 229 mines en activité, les principales étant les suivantes, en millions de t :

North Antelope Rochelle (Peabody)	97,6	Eagle Butte	20,4
Black Thunder (Arch Coal)	84,5	Buckskin	16,4
Cordero	35,6	Spring Creek (dans le Montana)	15,6
Antelope Coal	31,1	Caballo (Peabody)	15,2
Belle Ayr	22,0	Rawhide (Peabody)	13,3

Source : EIA

Ces mines sont toutes à ciel ouvert et situées, sauf Spring Creek, dans le Wyoming. La première mine souterraine, Bailey, en Pennsylvanie est située au 12^{ème} rang avec, en 2012, une production de 9,2 millions de t.

En 2012, aux Etats-Unis, les charbons bitumineux représentent 47,8 % de la production, les charbons sub-bitumineux, 44,3 %, le lignite, 7,8 % et l'anhracite, 0,2 %.

Production de charbon-vapeur, en millions de t, en 2012. Monde : 5 900.

Chine	3 039	Russie	201
États-Unis	782	Australie	200
Inde	504	Kazakhstan	108
Indonésie	440	Colombie	85
Afrique du Sud	258	Pologne	68

Source : World Coal Association

Production de charbon-métallurgique, en millions de t, en 2012. Monde, en 2011 : 1 000.

Chine	510	Canada	31
Australie	147	Mongolie	21
États-Unis	81	Ukraine	18
Russie	75	Kazakhstan	13
Inde	47	Pologne	12

Source : World Coal Association

Production de lignite, en millions de t, en 2012. Monde : 905, Union européenne : 433.

Allemagne	185	Pologne	64
Russie	78	Grèce	62
Australie	73	République tchèque	43
États-Unis	72	Inde	43
Turquie	66	Serbie	38

Source : World Coal Association

En 2007, le lignite représentait 15 % de la production mondiale et 75 % de celle de l'Union européenne avec 88 % de la production allemande, 39 % de celle de la Pologne, 23 % de celle de la Russie, 18 % de celle de l'Australie, 7 % de celles d'Inde et des Etats-Unis.

Production d'antracite : en milliers de t, en 2011. Monde : 606 600, Union européenne (Espagne, Allemagne, Royaume Uni) : 5 720.

Chine	523 370	Espagne	2 490
Ukraine	12 970	Etats-Unis	2 080
Russie	10 270	Allemagne	2 000
Corée du Nord	4 470	Corée du Sud	1 990
Afrique du Sud	2 790	Viet Nam	1 840

Source : EIA

Productions de l'Union européenne : en 2012, en millions de t de houille et () de lignite. Total : 128,2 (433,2).

Pologne	78,1 (64,2)	Roumanie	1,9 (30,2)
Royaume Uni	16,8	Grèce	(62,8)
Allemagne	11,6 (185,4)	Hongrie	(9,2)
République tchèque	11,4 (43,5)	Slovénie	(4,5)
Espagne	6,1	Slovaquie	(2,4)
Bulgarie	2,3 (31,0)		

Source : Euracoal

Dans l'Union européenne, en 2012, la production de charbon emploie 597 600 personnes dont 458 400 dans la production de houille et 139 200 dans celle de lignite.

En Allemagne, en 2013, il reste 3 mines souterraines de production de houille en activité, Prosper-Haniel et Auguste Viktoria dans la Ruhr et Ibbenbüren. La dernière mine de Sarre a fermé en juin 2012.

La production de lignite, à ciel ouvert, est réalisée dans quatre régions :

- Rhineland, dans la région de Cologne, Aachen et Mönchengladbach, avec 101,7 millions de t, en 2012, dans 3 mines.
- Lusatian, au Sud-Est du Brandenburg et au Nord-Est de la Saxe, avec 62,4 millions de t, dans 5 mines.
- Centre, au sud de Leipzig, avec 19,7 millions de t, dans 3 mines.
- Helmstedt, en Basse Saxe, avec 20,7 millions de t.

Les réserves sont de 2,5 milliards de t de houille et 40,4 milliards de t de lignite.

Commerce international :

Les échanges internationaux, ont porté, en 2012, sur 963 millions de t de charbon-vapeur, 290 millions de t de charbon à coke, 3 millions de t de lignite. Ils ont été effectués par voie maritime pour 826 millions de t charbon-vapeur et 256 millions de t de charbon à coke.

- Principaux pays importateurs, en 2012, en millions de t : Chine : 289, Japon : 184, Inde : 160, Corée du Sud : 125, Taiwan : 64, Allemagne : 45, Royaume Uni : 45.

Les importations de l'Union européenne représentent 210 millions de t. En 2011, elles proviennent de Russie à 26,1 %, Colombie à 23,9 %, Etats-Unis à 18,1 %, Australie à 8,9 %, Afrique du Sud à 8,0 %, Indonésie à 5,2 %, Canada à 2,2 %, Ukraine à 2,2 %.

- Principaux pays exportateurs, en 2012, en millions de t : Indonésie : 383, Australie : 301, Russie : 134, États-Unis : 114, Colombie : 82, Afrique du Sud : 74, Canada : 35.

Principaux producteurs de charbon : en millions de t, en 2012.

Shenhua Energy (Chine)	304	China Coal Energy (Chine)	114
Peabody Energy (Etats-Unis)	225	BHP Billiton (Australie)	111
Arch Coal (Etats-Unis)	141	Anglo American (Afrique du Sud)	99
GlencoreXstrata (Suisse)	134	Rio Tinto (Australie)	32

Sources : rapports annuels des sociétés

- En 2012, les ventes totales de Shenhua Energy ont porté sur 465 millions de t avec des réserves de 9 milliards de t.

- [Peabody Energy](#) exploite 28 mines, principalement aux Etats-Unis (Wyoming, Colorado, Arizona, Nouveau Mexique, Illinois et Indiana), mais aussi en Australie (9 mines dans le Queensland et en Nouvelle Galles du Sud avec 30 millions de t, en 2012). Ses réserves prouvées sont de 9 milliards de t. La mine de charbon la plus importante de la société, à ciel ouvert, est celle de North Antelope Rochelle (Wyoming) avec 97,6 millions de t, en 2012, et un total de plus de 1 milliard de t depuis l'ouverture de la mine. Elle exploite également l'une des plus importante mine souterraine d'Amérique du Nord, celle de Twentymile (Colorado) avec 7,5 millions de t.

- [Arch Coal](#) exploite 32 mines aux Etats-Unis, la plus importante, Black Thunder, dans le Wyoming, a produit, en 2012, 84,5 millions de t. Les réserves sont de 2,1 milliards de t.

- [GlencoreXstrata](#) exploite 33 mines, en Australie avec une production, en 2012, de 74 millions de t, en Afrique du Sud avec une production de 45 millions de t et en Colombie (33,3 % de la mine colombienne de Cerrejón) avec 15 millions de t. Les réserves sont de 3,9 milliards de t.

- [BHP Billiton](#) a produit, en 2012, 73 millions de t de charbon-vapeur et 38 millions de t de charbon métallurgique. Les exploitations minières sont situées en Australie, dans la province de Queensland, aux Etats-Unis, dans l'Etat du Nouveau-Mexique, en Afrique du Sud et en Colombie avec 33,33 % de la mine de Cerrejon.

- [Anglo American](#) a produit, en 2012, 68,7 millions de t de charbon-vapeur, en Afrique du Sud avec 9 mines et une production de 58 millions de t et en Colombie avec 33,3 % de la mine colombienne de Cerrejón et 11,5 millions de t et 30,6 millions de t de charbon-métallurgique, en Australie avec 6

mines et 17,4 millions de t et une mine au Canada avec 1,4 million de t. Les réserves prouvées sont de 1,5 milliard de t.

- Le groupe français Total produit du charbon en Afrique du Sud, près de la ville de Bethal, dans le Mpumalango, dans 5 mines (les 2 mines de Forzando, celle de Tumelo et possède 75 % des deux mines de Dorstfontein). La production est de 4,4 millions de t, en 2012, avec une commercialisation de 8,5 millions de t.

Réserves mondiales : en milliards de tonnes, fin 2012, pour l'anhracite et les bitumineux et () pour les sub-bitumineux et lignite. Monde : 405 (456), Union européenne (Pologne, Allemagne, Grèce) : 5 (51).

États-Unis	109 (129)	Inde	56 (5)
Russie	49 (110)	Ukraine	15 (19)
Chine	62 (52)	Kazakhstan	21 (12)
Australie	37 (39)	Afrique du Sud	30 (-)

Source : BP Statistical Review of World Energy

Le plus important gisement mondial est situé à Shenmu (Chine, province du Shanxi).

Situation française : en 2012.

- Production : l'Etat français s'est progressivement désengagé de l'exploitation charbonnière. La signature du Pacte charbonnier en 1994 a entraîné la fermeture des derniers sites français de production. Ainsi la mine d'Ales dans le Gard a fermé en 2001, suivie par les mines de Forbach et Merlebach (en Moselle), la mine de La Mure (en Isère), la mine de Gardanne (Provence) fermée le 1^{er} février 2003 et enfin le 23 avril 2004 la dernière mine, celle de la Houve à Creutzwald (Lorraine), cesse son activité. Suite à l'arrêt des exploitations, la société des Charbonnages de France a été liquidée le 31 décembre 2007.

- Le maximum de production avait été atteint en 1958 avec 58,9 millions de t avec un maximum de personnel, en 1947, de 358 241 personnes.

- Une production résiduelle, estimée à 100 000 t/an, provient du traitement des terrils de Bourgone et des schlamms de Lorraine utilisés dans les centrales thermiques d'E.ON (voir ci-dessous).

- Les ressources sont estimées à 425 millions de t de houille et 300 millions de t de lignite.

- Importations :

- Anthracite : 1 527 939 t à 54 % de Russie, 14 % de Pologne, 10 % d'Australie.

- Houille métallurgique : 5 295 015 t à 64 % d'Australie, 31 % des Etats-Unis.

- Charbon-vapeur : 10 476 860 t à 29 % de Colombie, 26 % des Etats-Unis, 19 % d'Afrique du Sud, 17 % de Russie.

- Lignite : 75 621 t à 99,5 % d'Allemagne.

- Tourbe : 619 489 t à 30 % d'Allemagne, 26 % de Belgique, 16 % des Pays Bas, 11 % d'Estonie.

- Consommation : 15,9 millions de t dont 7,1 millions de t destinées aux centrales thermiques.

UTILISATIONS :

Consommations : en 2012, en millions de tep (avec approximativement 1 tep = 1,5 t d'antracite = 3 t de lignite). Monde : 3 730, Union européenne : 294.

Chine	1 873	Russie	94
Etats-Unis	438	Corée du Sud	82
Inde	298	Allemagne	79
Japon	124	Pologne	54
Afrique du Sud	90	Indonésie	50

Source : BP Statistical Review of World Energy

Secteurs d'utilisation :

	Etats-Unis, en 2012	Union européenne, en 2007	France, en 2011
Electricité	93 %	81 %	43 %
Autres industries	5 %	14 %	15 %
Sidérurgie	2 %	3 %	39 %
Résidentiel	0,2 %	3 %	3 %

Source : statistiques de l'AIE.

Les 2/3 du charbon utilisé dans le monde sert à la production d'énergie, cette part est de 90 % pour la lignite.

Énergie : dans le monde, en 2012, le charbon fournissait 30 % de l'énergie primaire, 3,7 %, en 2011, en France. Son utilisation dans les centrales thermiques produisant de l'électricité est très importante.

Part du charbon dans la production d'électricité de quelques pays : en 2012. Monde : 41 %, Union européenne : 27 %.

Mongolie	98 %	Inde, en 2011	65 %
Afrique du Sud, en 2011	94 %	Allemagne	47 %
Pologne	84 %	Indonésie, en 2011	44 %
Chine, en 2011	79 %	Corée du Sud	42 %
Australie	70 %	Royaume Uni	40 %
Israël	70 %	Etats-Unis	38 %

Source : Euracoal

Centrales thermiques au charbon : l'utilisation de la technologie du lit fluidisé circulant permet de brûler, avec un haut rendement, des combustibles pauvres (lignite, schlamm...) et grâce à l'ajout de CaCO₃ dans le foyer de la chaudière d'atteindre un taux de désulfuration de 90 %. Par exemple, en 2012, la centrale EDF de Cordemais a produit ainsi 51 718 t de gypse. Dans un lit fluidisé circulant, le combustible brûle en suspension dans un courant d'air et circule jusqu'à combustion complète. Celle-ci a lieu à 900°C au lieu de 1300°C dans une chaudière classique ce qui réduit la formation d'oxydes d'azote. Le charbon est injecté dans la chaudière sous forme d'une pulpe eau-charbon à 60-70 % de charbon.

Le charbon a fourni, en France, en 2012, 3,3 % de l'électricité.

La société E.ON exploite, en France, 3 sites avec la centrale Emile Huchet à Saint-Avold (80) et 3

tranches d'une puissance totale de 1 045 MW, la centrale Lucy à Montceau les Mines (71) d'une puissance de 245 MW et la centrale de Provence à Meyreuil (13) avec 2 tranches d'une puissance de 1 425 MW. Au Total, en 2012, les centrales thermiques au charbon d'E.ON ont produit 5 100 GWh . La centrale d'Hornaing (59) d'une puissance de 235 MW a été arrêtée le 31 mars 2013, la centrale Lucy devrait être arrêtée en mars 2014, 2 tranches de la centrale Emile Huchet devraient s'arrêter en 2015 et une tranche de la centrale de Provence devrait être convertie pour un fonctionnement à partir de biomasse. Ne devraient subsister que 2 tranches de 600 MW chacune, l'une à Emile Huchet, l'autre en Provence.

EdF exploite, en France, 7 tranches de 250 MW et 4 tranches d'environ 600 MW dans 6 centrales thermiques au charbon. Celle de Blénod (54) de 500 MW a produit, en 2012, 3 584 GWh, La Maxe (57) de 500 MW a produit 1 375 GWh, Vitry-sur-Seine (94) de 500 MW a produit 147 GWh et Bouchain (59) de 250 MW a produit 672 GWh. Ces centrales devraient fermer en 2015. Ne devraient subsister que les centrales du Havre (76) de 1 450 MW qui a produit, en 2012, 2 529 GWh et Cordemais (44) de 1 200 MW.

Chauffage : par exemple, la production de chaleur en Ile de France est assurée par des installations thermiques gérées par la CPCU, Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, qui utilise différentes sources d'énergie pour produire la chaleur. En 2012, 42 % de la vapeur livrée est produite à partir des ordures ménagères, 29 % à partir du gaz naturel, 19 % à partir du charbon et 10 % à partir de fioul lourd. La chaufferie de Saint Ouen II de la CPCU a consommé, en 2012, 217 659 t de charbon pour produire 1,66 million de t de vapeur et 8 352 MWh d'électricité.

Sidérurgie : en 2012, la consommation mondiale de la sidérurgie a représenté 13 % de la consommation de charbon. En 2012, la consommation de la sidérurgie française a été de 5,6 millions de t. Le charbon est principalement utilisé après transformation en coke (voir cette partie ci-dessous).

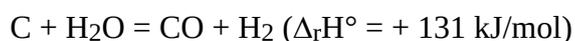
En France, le charbon est cokéfié dans les 3 cokeries intégrées aux complexes sidérurgiques d'ArcelorMittal à Fos (13), Dunkerque (59) et Sérémange (57).

La production mondiale de 600 millions de t est dominée par la Chine avec une production de 420 millions de t. En 2012, la production de l'Union européenne a été de 34 millions de t, celle des Etats-Unis, de 15 millions de t. En 2010, la production française a été de 3,11 millions de t.

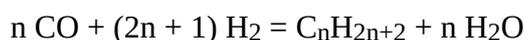
La carbochimie : l'obtention du coke donne divers sous-produits qui sont valorisés. Une tonne de houille donne en moyenne 750 kg de coke, 30 à 40 kg de goudrons, 7 à 12 kg de benzol (80 % benzène, 15 % toluène, 5 % xylène), 5 à 10 kg de sulfate d'ammonium et 300 à 350 m³ de gaz (60 % H₂ - 25 % CH₄). Les BTX (benzène, toluène, xylènes, voir ce chapitre) proviennent de la cokéfaction pour 5 % de la production en Europe de l'Ouest (2 % aux Etats-Unis). Le naphthalène provient à 60-70 % du charbon aux Etats-Unis et à 100 % au Japon.

Le gaz de cokerie est souvent brûlé, avec récupération de l'énergie.

Par ailleurs, divers procédés peuvent donner des hydrocarbures à partir du charbon mais le seul commercialisé actuellement est la liquéfaction indirecte. Elle consiste dans un premier temps à gazéfier le charbon par vaporeformage selon la réaction :



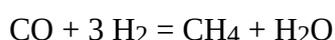
Le mélange de monoxyde de carbone et de dihydrogène, appelé gaz de synthèse ou syngas, est ensuite transformé par le procédé Fischer-Tropsch en hydrocarbures selon la réaction, avec n compris entre 10 et 20 :



En fonction des hydrocarbures à obtenir, la réaction est réalisée à 150-300°C avec un catalyseur au [cobalt](#) ou à plus haute température, 300-350°C et 20 à 30 bar, avec un catalyseur au [fer](#). Un catalyseur au ruthénium est également employé.

Le gaz de synthèse peut être converti en [méthanol](#) ou en diméthyl éther, eux-même employés comme carburants en remplacement ou association avec l'essence ou le diesel (voir le chapitre [méthanol](#)). Depuis 1983, la gazéification du charbon est utilisée aux Etats-Unis, par [Eastman](#) qui produit ainsi du méthanol, à Kingsport, dans le Tennessee avec une capacité de production de 165 000 t/an. Cette utilisation du charbon est en cours de développement important en Chine où, en 2010, 66 % de la production de méthanol était réalisée à partir de charbon.

Le gaz de synthèse peut aussi être converti en méthane, c'est-à-dire en gaz naturel de synthèse. la réaction de méthanation mise en jeu est la suivante, en présence de catalyseur au [nickel](#) :



La société [Dakota Gasification Company](#), exploite une unité de production à Beulah, dans le Dakota du Nord. Par jour, la gazéification de 18 000 t de lignite donne du gaz de synthèse transformé par méthanation en 4,1 millions de m³ de gaz naturel synthétique. La production journalière de dioxyde de carbone est de 8,6 millions de m³ dont la moitié est exporté par 330 km de pipeline, au Canada, pour être utilisé pour assister la récupération de pétrole des gisements de Weyburn et Midale, dans le Saskatchewan.

La liquéfaction indirecte selon le procédé Fischer-Tropsch avait été employé, à grande échelle, par l'Allemagne nazie, dépourvue de ressources pétrolières, pendant la deuxième guerre mondiale avec, en 1944, une production, dans 25 usines, de 6,5 millions de t de carburants. La production d'hydrocarbures selon ce procédé a été abandonnée du fait de la concurrence du pétrole avec son faible prix. Seule l'Afrique du Sud, riche en charbon, a développé, à partir de 1955, une production commerciale en raison des sanctions économiques de l'époque de l'apartheid, et d'un embargo sur les produits pétroliers de la part de la communauté internationale.

Dans ce pays, le charbon a été utilisé massivement comme matière première chimique par la société [Sasol](#) pour produire du gaz de synthèse, du [dihydrogène](#), de l'[ammoniac](#), de l'essence synthétique selon le procédé Fischer-Tropsch et divers dérivés pétrochimiques. La société Sasol a extrait, en 2012, 40,0 millions de t de charbon qui sont, dans l'usine de production de Secunda, dans la province de Mpumalanga, en grande partie transformés en gaz de synthèse puis, dans 9 réacteurs travaillant sous pression à 350°C, en présence d'un catalyseur à base de fer, en carburants et divers produits tels que le pentène, l'hexène, l'octène, des alcools, de l'acide acétique, de l'acétone, du propylène, de l'éthylène ... La production est ainsi, en 2012, de 7,2 millions de t de carburant représentant 35 % de la consommation sud-africaine.

Divers projets sont en cours et plusieurs installations de démonstration sont en fonctionnement afin de gazéifier le charbon "in situ". Le procédé consiste à forer 2 puits jusqu'à une veine de charbon, de relier ces 2 puits par un forage horizontal. Par l'un des puits, de l'air ou du dioxygène est injecté qui brûle le charbon permettant d'atteindre une température d'environ 1200°C puis l'apport de vapeur d'eau permet de réaliser un vaporeformage produisant du gaz de synthèse qui est récupéré par le deuxième puits. La société [Linc Energy](#), en Australie, à Chinchilla, dans le Queensland, exploite une installation de démonstration et possède 91,6 % de la société Yerostigaz qui exploite, à

Angren, en Ousbekistan, une unité de gazéification "in situ" commerciale donnant 1 million de m³ de gaz de synthèse par jour destiné à produire de l'électricité par combustion.

PERSPECTIVES :

- Les réserves sont abondantes et bien réparties à travers le monde, sauf en Europe où le charbon est exploité industriellement depuis plus d'un siècle et demi et où les gisements, pour des raisons géologiques, sont plus difficiles à exploiter que ceux des autres continents.
- La compétitivité du coût du charbon est liée à celui du pétrole.
- La pollution engendrée par la combustion du charbon est plus importante que pour les autres sources d'énergie car, outre la formation de dioxyde de carbone, les charbons libèrent souvent du [SO₂](#). Les charbons pauvres en soufre sont privilégiés pour l'utilisation en centrales thermiques. La combustion du charbon participe fortement à l'émission de CO₂, gaz à effet de serre. En 2011, le charbon est à l'origine de 44 % des émissions mondiales de CO₂. L'augmentation du rendement des chaudières est favorable à une moindre émission de CO₂. Le rendement actuel atteint un maximum de 46 % pour la houille et 43 % pour le lignite. En pratique, le rendement moyen des chaudières dans les pays développés est de 36 %.
- De nouvelles techniques de combustion du charbon se développent : en lit fluidisé, sous forme de mélange charbon-eau.