

Pourquoi le charbon est-il en tension ?

La Rédaction¹.

Un premier indicateur : le commerce du charbon et les prix

L'indicateur de prix dont nous parlons ici est celui du commerce international qui ne concerne que le charbon thermique et le charbon à coke². Pour l'année 2009, les chiffres fournis par la World Coal Association (WCA) font état d'un total mondial produit de **5 990 Mt**, un chiffre à comparer avec ceux de 2008 (5 794 Mt) et de 1990 (3 497). En 20 ans, la production a augmenté de 70%. Cette production est couverte pour plus de 50% par la Chine (2 971 Mt, lignite inclus) et environ 15% par les États-Unis (919 Mt). Le solde se répartit principalement entre Inde (526 Mt - 9%), Australie (335 Mt - 6%), Indonésie (263 Mt - 4,4%), Afrique du Sud (247 Mt - 4,1%), Russie (229 Mt - 3,8%), Kazakhstan (96 Mt), Pologne (78 Mt) et Colombie (73 Mt). Le total de ces 10 pays producteurs représente 5 737 Mt, soit 96% de la production totale. Le commerce mondial (941 Mt selon l'IEA) représente un peu plus de 15% de ce chiffre et il est dominé par le charbon thermique : 709 Mt contre 232 Mt pour le charbon à coke.

C'est dans ce contexte, dominé par quelques producteurs majeurs, que les prix ont flambé en 2008 essentiellement en lien avec la crise mondiale. Ils sont redescendus en 2009 pour se stabiliser sur un plateau environ deux fois plus élevé qu'avant la crise de 2008. Cet accroissement est principalement dû à la pression chinoise qui est passé d'exportateur net en 2008 à importateur net en 2009 avec 137 Mt importés, soit près de 15% du commerce mondial, un chiffre très important qui a mis la pression sur les producteurs et en particulier sur ceux de la zone Pacifique (Australie, Indonésie, Vietnam dans une moindre mesure), auxquels est venue se joindre l'Afrique du Sud dont les débouchés européens s'étaient réduits.

Les inondations dans le Queensland (Australie) en décembre 2010 et janvier 2011 ont représenté un facteur supplémentaire, mais conjoncturel, de tension. D'une façon générale, c'est d'ailleurs la zone Pacifique (Japon, Chine, Corée du Sud, Taiwan) qui est la principale importatrice, ce qui représente environ 50% du tonnage exporté. Malgré son niveau de production, l'Inde reste aussi globalement importatrice (67 Mt en 2009).

Pour conclure sur ce point de l'offre-demande et des prix, le principal facteur de tension est donc lié au niveau de consommation de la région Pacifique, avec au premier plan le renversement de la position chinoise.

Quelles ressources charbonnières pour renverser la tendance

Le potentiel charbonnier européen s'est beaucoup réduit, si l'on en juge par la fermeture des exploitations françaises (et la dissolution de Charbonnages de France en 2007) et la forte réduction des capacités en Allemagne et en Grande-Bretagne, deux pays importateurs au niveau de 38 Mt chacun en 2009. L'Italie a également importé 19 Mt en 2009 et l'Espagne 16 Mt. Dans une Europe globalement importatrice, seule la Pologne a une position d'exportateur avec 78 Mt en 2009. L'Europe n'intervient donc dans la tension mondiale que dans la mesure où elle importe 100 à 150 Mt de charbon par an. Une bonne part de cette importation vient de Pologne, le solde vient des Amériques (États-Unis, Canada et Colombie). Rappelons la position de l'Afrique du Sud, traditionnellement fournisseur de l'Europe et aujourd'hui orientée vers le marché Pacifique.

La production des États-Unis (919 Mt en 2009) est, pour l'essentiel, consommée dans le pays et les exportations 2009 n'ont représenté que 53 Mt. Le Canada est aussi un petit exportateur (20 Mt en 2009). La Colombie est le principal exportateur des Amériques (69 Mt en 2009).

La répartition des ressources mondiales en charbon n'est que partiellement liée à la situation commerciale telle que nous l'avons présentée. Le tableau 1 récapitule ces ressources, leur distribution géologique et leur répartition géographique. Schématiquement, on peut distinguer deux grands ensembles géologiques : la période Carbonifère – Permien à laquelle se rattache l'Hercynien européen, les Appalaches et les gisements du Gondwana, et la période Crétacé supérieur – Tertiaire où l'on trouve les bassins de l'ouest des États-Unis (Wyoming notamment), la Colombie et l'Indonésie. À noter que des gisements jurassiques notables existent notamment en Australie et en Chine, mais leur potentiel reste modeste par rapport à celui des deux grands ensembles évoqués ci-dessus.

Selon le World Energy Council³, les réserves prouvées récupérables de charbon et lignite à fin 2008 étaient estimées à environ 861 Gt, dont 47% pour le charbon bitumineux et l'anhracite, 30% pour le charbon sub-bitumineux et 23% pour le lignite. Même si près de 80 pays disposent de réserves, plus de 80% de ces réserves relèvent de cinq pays : États-Unis (28 %), Fédération de Russie (18 %), Chine (13 %), Australie (9 %) et Inde (7 %).

1. Remerciements à Carlos Fernandez Alvarez, analyste de l'Agence Internationale de l'énergie (AIE), pour son aide dans l'élaboration de ce texte et à Christian Hocquard pour sa relecture.

2. Le lignite ne fait pas l'objet de commerce international, sa qualité ne permettant pas l'exportation ; il est donc utilisé comme combustible, mais dans le pays producteur. C'est le cas, en Europe, pour l'Allemagne, la Pologne, la Grèce et la Turquie en particulier, ou en France, autrefois, avec le bassin d'Aquitaine.

3. 2010 Survey of Energy Resources. Site Internet : www.worldenergy.org

Pays - Secteur	Âge	Catégorie	Commentaires
États-Unis			Près de 50 mines au total.
Appalaches	Ca	B, A	Pennsylvanie, Kentucky, Illinois, Virginie Ouest, Ohio. Mines souterraines.
Province intérieure	Ca	B	Colorado, Arizona, Nouveau Mexique, Texas. Mines souterraines et à ciel ouvert.
Grande Plaine du Nord	C, III	SB, B, L	Bassin de Powder River. Wyoming, Montana, Dakota Nord. Plus de 20 mines à ciel ouvert.
Rocheuses	C	SB, B, L	
Côte Pacifique	III	SB, L	
Alaska	C, III	B, L	Trois ensembles : Northern Alaska Slope, Central Alaska Nenana, Southern Alaska Cook Inlet
Canada	Ca, II, III	SB, B, A	Essentiellement charbon II Canada ouest et centre (Colombie Britannique, Alberta), lignite III au Saskatchewan, charbon Ca en Nouvelle-Écosse et au Nouveau Brunswick. Fin 2007, 22 mines de charbon en activité, dont 20 à ciel ouvert dans le Canada occidental (8 en Colombie Britannique, 9 dans l'Alberta et 3 de lignite dans le Saskatchewan).
Colombie	C, III	SB, B	Jusqu'à 10 couches exploitables dans la formation Guaduas (C >, III <).
Afrique du Sud	Ca, P	SB, B	Système du Karoo. Total de 19 districts charbonniers, mais 70% des réserves récupérables se trouvent dans les champs de Highveld, Waterberg et Witbank.
Inde	P, III	B	Trois districts : Ranijang, Jharia et Centre-Sud. Le plus gros exploitant (85% de la production) est Coal India Ltd, entreprise d'État.
Australie	P	B, A	Bassins de Collie (WA), Fitzroy (WA), Alice Springs (NT), Sydney (NSW), Bowen (QLD), Cooper (QLD), Galilee (QLD). + Jurassique moyen (Surat Valley = sud Bowen et nord Sydney) et III (Gippsland, Victoria).
Indonésie	III	SB, B	Bassins répartis sur différentes îles : Sumatra (Bengkulu, Ombilin et Bukit Assam), Kalimantan (Mahakam, bassin de Kutai). Charbon miocène.
Vietnam	Ca	SB, B, A	Province de Quang Ninh essentiellement.
Chine	P, C, II, III	B, SB	Essentiellement Chine centrale et orientale.

Tableau 1. Répartition géographique et géologique du charbon mondial (compilation de diverses sources).

Légende :

Géologie : Ca (Carbonifère), P (Permien), C (Crétacé), II (Mésozoïque), III (Tertiaire).

Catégorie de charbon : A (Anthracite), SB (Sub-bitumineux), B (Bitumineux), L (Lignite).

Pays	B + A	SB	L	Total (Mt)	Total (%)
Afrique (15 pays)	31 518	171	3	31 692	3,7
Afrique du Sud	30 156			30 156	3,5
Amérique du Nord (4 pays dont Groenland)	112 835	99 973	32 463	245 271	28,5
États-Unis	108 501	98 618	30 176	237 295	27,6
Canada	3 474	872	2 236	6 582	0,8
Amérique du Sud (8 pays)	6 890	5 594	24	12 508	1,5
Colombie	6 366	380		6 746	0,8
Asie (25 pays, dont Turquie)	145 006	37 367	45 891	228 264	26,5
Chine	62 200	33 700	18 600	114 500	13,3
Inde	56 100		4 500	60 600	7
Indonésie	1 520	2 904	1 105	5 529	0,6
Kazakhstan	21 500		12 100	33 600	3,9
Mongolie	1 170		1 350	2 520	0,3
Turquie	529		1 814	2 343	0,3
Europe (23 pays)	70 175	115 379	79 473	265 027	30,8
Allemagne	99		40 600	40 699	4,7
Pologne	4 338		1 371	5 709	0,7
Russie (Fédération)	49 088	97 472	10 450	157 010	18,2
Ukraine	15 351	16 577	1 945	33 873	3,9
Moyen-Orient (= Iran)	1 203			1 203	0,1
Océanie (3 pays)	37 135	2 305	37 533	79 973	9,3
Australie	37 100	2 100	37 200	76 400	8,9
TOTAL Monde	404 762	260 789	195 387	860 938	

Tableau 2. Répartition des grands ensembles de réserves mondiales et des pays dominants (source : 2010 Survey of Energy Resources, World Energy Council).
Légende : Catégorie de charbon : A (Anthracite), SB (Sub-bitumineux), B (Bitumineux), L (Lignite).

Le tableau 2 récapitule les grands ensembles (en Mt).

Il apparaît ainsi que les tensions ne sont pas liées au niveau des réserves (prouvées récupérables), qui représenteraient plus d'un siècle au niveau de consommation actuel⁴, *a fortiori* des ressources, mais beaucoup plus à la répartition géographique de ces ressources et à leur coût d'exploitation et de transport (ports équipés, niveau des tarifs de fret...). Une autre contrainte forte réside dans la qualité des charbons, donc dans leur aptitude aux différents usages, qualité schématiquement présentée dans le tableau 3.

Les deux usages principaux du charbon sont la production d'électricité et la sidérurgie. Selon les chiffres de l'IEA⁵, 40% de l'électricité mondiale est issue du charbon et, pour certains pays, c'est la matière première dominante (> 90% en Afrique du Sud ou en Pologne, près de 80% en Chine, de 70% en Inde, plus de 45% en Allemagne). Le lignite, déjà évoqué, est utilisé à proximité des lieux de production et de façon largement dominante dans la production électrique à partir de centrales thermiques. Les contraintes pour assurer cette production sont beaucoup moins strictes que pour la sidérurgie et les diverses catégories de charbons sub-bitumineux ou bitumineux peuvent être utilisés. Les limites sont les procédés techniques qui au cas par cas sont plutôt calés sur les charbons couramment utilisés, le rendement obtenu, plus bas avec le lignite ou le charbon sub-bitumineux, et l'accès aux ressources. On retombe ainsi soit sur la disponibilité de ressources locales en abondance chez les gros consommateurs (États-Unis, Chine, Russie), soit sur la possibilité d'importer. Les tensions sont principalement à ce niveau.

Selon le SSY⁶, le commerce mondial s'est réparti comme suit en 2009 (en Mt) :

- Charbon thermique : Atlantique (196), Pacifique (433) ;
- Charbon à coke : Atlantique (53), Pacifique (164).

En ce qui concerne la sidérurgie, les contraintes de qualité sont plus fortes et seuls les charbons bitumineux à forte composante en volatiles et les anthracites convien-

ent. Si les pays sidérurgistes ne disposent pas de telles ressources sur leur sol, il leur faut les importer et si l'on considère le tableau 1, on voit que les importations de la zone Pacifique, par exemple, se font essentiellement à partir de l'Australie. En tout état de cause, quel que soit l'usage recherché, production électrique ou sidérurgie, les partenariats se développent, à l'image de BMA, partenariat entre BHP Billiton et Mitsubishi.

Évolutions technologiques

Plusieurs facteurs technologiques peuvent influencer sur la demande de charbon. D'abord le rendement des centrales thermiques. Dans l'état actuel de la technologie, le rendement des centrales thermiques fonctionnant sur lignite est en général moins élevé que celui des centrales à charbon. Mais cela dépend de la conception de l'usine, de son exploitation, etc. Le chiffre de rendement ne dépassant guère 33% s'applique à certaines centrales sur lignite, mais aussi à d'autres, dépendant de la technologie mise en place, alors que la technologie existe pour améliorer ce chiffre. C'est ce qu'on appelle le système sous-critique. Avec les centrales à charbon modernes, on passe à des systèmes supercritiques et ultrasupercritiques qui montent à 45%, voire 50% de rendement. C'est en gros le plafond que l'on peut atteindre avec les charbons à usage thermique les plus performants. L'évolution technologique actuelle ne prévoit pas de saut qui permettrait économiquement de passer à des rendements très supérieurs. Cette évolution ne devrait donc pas bouleverser la donne en matière de production, d'autant que les évolutions se font progressivement, en fonction du contexte.

La technologie de combustion du charbon en lit *fluidisé* permet d'utiliser des charbons de mauvaise qualité, des déchets, de la biomasse. Le combustible est brûlé dans un lit de particules solides maintenues en suspension dans un courant d'air ascendant, à une température d'environ 850°C, ce qui évite la fusion des cendres et limite la production d'oxydes d'azote. Dans les centrales à **cycle combiné** avec gazéification intégrée du charbon

Classification CEE	Tourbe ⁷ (Peat)	Lignite ⁸	Sub-bitumineux ⁹	Bitumineux Haut volatiles ¹⁰	Bitumineux Bas volatiles ¹¹	Anthracite
Rang	Bas	Bas	Moyen	Moyen	Élevé	Élevé
Pouvoir calorifique (kcal/kg)	1 000-1 500	3 500-4 500	4 500-6 500	6 500-7 800	6 500-7 800	7 800-8 500
Humidité (%)	> 50	25-50	14-25	5-10	5-10	1-6
Matières volatiles (%)	> 75	50	25-50	30-40	15-25	< 10
Teneurs en cendres (%)	50	30-50	20-30	10-20	10-20	0-10

Tableau 3. Caractéristiques des différentes catégories de charbon (source : débat Énergie, groupe de travail « Charbon » de la CEE, 2001).

4. 5,8 Gt de charbon et 953 Mt de lignite utilisés dans le monde en 2008, mais taux de croissance de la consommation de 4,9% par an depuis 2000. Chine, États-Unis, Inde, Japon et Russie ont représenté globalement 72% de la consommation mondiale.

5. International Energy Agency.

6. Simpson Spence & Young Shipbrokers. Site Internet : www.ssyonline.com

7. Peat en anglais.

8. Brown Coal dans la classification américaine. Le terme de Hard Coal s'applique aux autres catégories des Sub-bitumineux à l'anthracite.

9. Flambants secs en France.

10. Flambants gras en France.

11. Gras en France.

IGCC, on utilise un gaz synthétique produit vers 1 500°C sous une pression de 28 bars. Ce gaz est purifié avant d'alimenter une turbine à cycle combiné.

Les centrales à **vapeur supercritique**, introduites dans la production électrique dès les années 50, sont en plein développement actuellement. Dans les centrales à vapeur classiques, on brûle des combustibles fossiles comme le charbon pulvérisé, le fioul, le gaz, à l'état « sous-critique ». Les centrales fonctionnent en effet avec une vapeur à l'admission de la turbine à vapeur en dessous du point critique de l'eau. Chauffée au point critique sous 221 bars et 374°C, l'eau passe directement à l'état de vapeur, sans ébullition. Dans une centrale supercritique (SC) la pression de la vapeur surchauffée dépasse la valeur critique de 221 bars. On parle de centrale supercritique avancée (SCA) pour 250 bars et 565°C, et de centrale **ultrasupercritique** (UCS) si la vapeur atteint ou dépasse 300 bars et 585°C. Les rendements augmentent en passant de SCA à UCS : 43 à 45% et jusqu'à 50%. Ces centrales à rendement plus élevé émettent également moins de CO₂.

Une autre évolution technologique notable porte sur la fabrication des carburants de synthèse (*Coal to liquids*). Traditionnellement, l'Afrique du Sud avec la société Sasol s'est bien positionnée dans ce domaine à cause de l'embargo qu'elle a subi du temps de l'apartheid. Mais les États-Unis, l'Inde et la Chine sont également des producteurs. Maintenant que les procédés sont maîtrisés, le développement de cette filière implique qu'elle puisse bien se positionner dans la filière pétrolière.

Conclusion

La présentation du commerce mondial du charbon esquissée ici laisse apparaître une tension à court-moyen terme, en grande partie liée au changement de

stratégie de la Chine (passée d'exportateur net à importateur net) et plus largement à la pression de consommation de la zone Pacifique (Japon, Chine, Corée du Nord). C'est aussi le développement chinois qui conduit à l'essor de la sidérurgie dans ce pays et par voie de conséquence à la nécessité de disposer de suffisamment de charbon à coke pour l'alimenter.

Deux grands paramètres interviendront à l'avenir. D'abord l'accent mis sur la réduction des gaz à effet de serre, qui conduit obligatoirement à réduire la consommation de charbon utilisé dans les centrales thermiques, dans la mesure toutefois où le stockage géologique se déploie à l'échelle souhaitée. On voit mal des pays comme l'Allemagne et la Chine, pour prendre deux exemples extrêmes, le premier avec les réserves en lignite dont il dispose, le second engagé dans une logique de développement gigantesque, entrer très fortement dans un tel processus. L'autre paramètre est l'évolution technologique, à condition qu'elle permette de faire un grand saut pour franchir la barrière des 50% de rendement des centrales. Aucun élément ne permet de prévoir que cette évolution se fera à court ou moyen terme.

Quant aux carburants de synthèse, même si leur fabrication se développe, ils se placent en premier lieu dans la chaîne des hydrocarbures, donc à la place qui leur sera accordée dans cette filière. Selon Total, d'ici 2030, la conversion thermochimique du charbon en hydrocarbures de synthèse ou en carburants alternatifs pourrait fournir entre 2,5 et 3 millions de barils équivalents pétrole par jour. La filière de transformation Fischer-Tropsch, qui remonte à la première moitié du XX^e siècle, est couramment utilisée en Afrique du Sud où environ un tiers des combustibles liquides provient du charbon. La Chine s'intéresse également à ces techniques.