

Origine, structure, propriétés et valorisation de la houille

(suite et fin)

Dr. D. W. van KREVELEN,

Professeur à l'Université Polytechnique de Delft,
Directeur des Recherches aux « Staatsmijnen in Limburg ».

IV. — LA VALORISATION DE LA HOUILLE

Introduction.

Dans la composition de notre globe, l'élément carbone n'est guère plus qu'un élément sporadique; sa quote-part est de 0,04 % ! Même dans l'écorce terrestre (jusqu'à une profondeur de 5 km environ) la teneur en carbone ne dépasse pas le 0,1 %, dont une partie minime, savoir une partie sur 5000, se rencontre sous forme « dynamique », c'est-à-dire sous une forme qui permet la réaction spontanée avec de l'oxygène. L'homme ne peut utiliser que ce carbone dynamique dont la teneur dans la terre est de 1 partie sur 12.500.000 !

Le carbone est pourtant l'élément chimique le plus important pour notre civilisation. Il n'est pas seulement indispensable pour la vie, mais il est encore la source principale de l'énergie et la plus importante pierre de construction de tous les produits du travail humain. 90 % de ces produits se composent de combinaisons de carbone, dont les aliments, les vêtements et les combustibles prennent la part du lion. Sans carbone, il n'y a pas de fer ou d'aluminium, presque pas d'engrais azotés, pas de colorants, médicaments ou fortifiants.

Une évaluation globale de la répartition du carbone dans l'écorce terrestre, exprimée en trillions (10^{12}) de tonnes, apparaît au tableau suivant.

Dans les gisements de houille et de pétrole, la nature nous a donné, heureusement, de grandes quantités concentrées de carbone « dynamique », dont la présence dans la terre est sporadique. Les réserves mondiales de houille (lignite inclus) sont évaluées à 6 trillions de tonnes.

La figure 1 donne une vue générale des lieux de rencontre de la houille et de l'actuelle production annuelle. Environ 10 % seulement des réserves de houille se rencontrent en Europe (à l'exception de l'Union Soviétique), tandis que la production actuelle de notre partie du monde constitue à peu près 40 % de la production mondiale.

Ceci révèle que l'Europe est en train de consommer (trop) vite sa plus précieuse possession. En majeure partie, cette consommation réside en ce que la forme dynamique du carbone est convertie sans plus et totalement en forme « statique », c'est-à-dire en acide carbonique qui n'a pas de valeur pour nous.

Ce processus de combustion produit de la chaleur et de l'énergie, mais tous les composants de la houille, qui sont au fond trop précieux pour la

(*) Cycle de conférences à l'Université de Liège, dans le cadre des accords culturels Hollando-Belges.

TABLEAU I.

Répartition du carbone dans l'écorce terrestre.

Forme du carbone	Endroits	Quantité de carbone en 10^{12} tonnes
Carbone « statique »	Roches	25.000
	Eau de mer	25
	Atmosphère	0,65
carbone « dynamique »	Houille et lignite	6
	Pétrole, gaz naturel et schistes bitumineux	0,3

PARTIE DU MONDE	RESERVES (LIGNITE INCLUS) en milliards de tonnes				PRODUCTION annuelle en millions de tonnes							
	0	1000	2000	3000	0	200	400	600	AN			
EUROPE (A L'EXCEPTION DE LA RUSSIE)			600	(10%)	465				1920			
					54				30			
					536				40			
					535				50			
									(36%)			
UNION SOVIETIQUE			1200	(20%)	7				1920			
					44				30			
					139				40			
					268				50			
									(18%)			
ASIE (A L'EXCEPTION DE L'UNION SOVIETIQUE)			1100	(17%)	64				1920			
					89				30			
					132				40			
					(85)				50			
									(6%)			
AMERIQUE DU NORD			3000	(50%)	9				1920			
					497				30			
					477				40			
					553				50			
									(7%)			
AMERIQUE DU SUD			(2)	—	2				1920			
					2				30			
					4				40			
					(5)				50			
									(1%)			
AFRIQUE			(200)	(30%)	11				1920			
					14				30			
					19				40			
					(25)				50			
									(2%)			
OCEANIE			(50)	—	14				1920			
					11				30			
					13				40			
					(15)				50			
									(1%)			
TOTAL			ca 6 · 10 ¹²	(100%)	1920	1172	1930	1205	1940	1320	1950	1485

Fig. 1. — Réserves et productions mondiales de houille.

combustion totale, sont perdus. En effet, le soleil seul est capable de nous redonner, sous forme dynamique, une partie du carbone statique : par l'assimilation des plantes. D'ailleurs, l'énergie solaire a formé toutes nos réserves de carbone dynamique, mais il a fallu des millions d'années pour le réaliser. De nos jours, l'humanité consomme chaque année beaucoup plus de carbone que la végétation ne peut produire sous forme exploitable; le capital est donc entamé. Le plus grave, c'est que les espèces de houilles les plus précieuses, savoir l'anhracite et les « charbons à cokes », se consomment si rapidement que l'épuisement de ces espèces est déjà imminent dans plusieurs pays qui ont une richesse naturelle en combustibles solides.

L'emploi et la signification de la houille.

La houille est déjà connue depuis longtemps, bien qu'elle n'ait pas joué de rôle important avant la « révolution technique ». Le philosophe grec Théophraste, élève d'Aristote (500 avant Jésus-Christ) connaissait déjà la houille et la nommait ανθραξ (Anthrax) dont notre mot « anhracite » est dérivé. D'après les découvertes archéologiques, il paraît même que la houille était utilisée dans nos régions avant la venue des Romains. Au Moyen-Age, on connaissait déjà l'industrie minière; la mine domaniale à Kerkrade date du Moyen-Age ! Marco Polo dit que les Chinois connaissaient déjà la houille en 1280.

La signification dominante de la houille est pourtant d'une date récente. L'âge de la houille dans notre civilisation occidentale ne remonte qu'à deux siècles, soit huit générations humaines, période très courte en comparaison de l'histoire de 500 générations de la technique (calculée à partir du premier emploi de bois et de textile). C'est dans cette courte période que la consommation mondiale de la houille augmenta de quelques millions de tonnes à 1500 millions de tonnes par an.

Pour se faire une idée de cette quantité fabuleuse, il faut se représenter que la production mensuelle remplit un train charbonnier d'une longueur surpassant celle de l'Equateur !

A quoi est utilisée cette production de houille ? Il est difficile de donner une réponse générale à cette question parce que la répartition suivant les fins de consommation varie de pays en pays et dépend entre autres de la présence ou de l'absence d'autres sources d'énergie et du niveau de l'industrialisation. La figure 2 est une image de l'emploi de la houille en Europe occidentale. Elle révèle que la majeure partie s'emploie toujours pour produire de la chaleur et de l'énergie mécanique, tandis qu'un quart environ est converti en des combustibles plus nobles.

Une partie assez grande de la houille — comme telle ou sous forme de coke — est destinée à l'industrie. La houille comme telle s'emploie presque exclusivement comme combustible, tandis que le coke constitue le plus souvent une matière première ou auxiliaire.

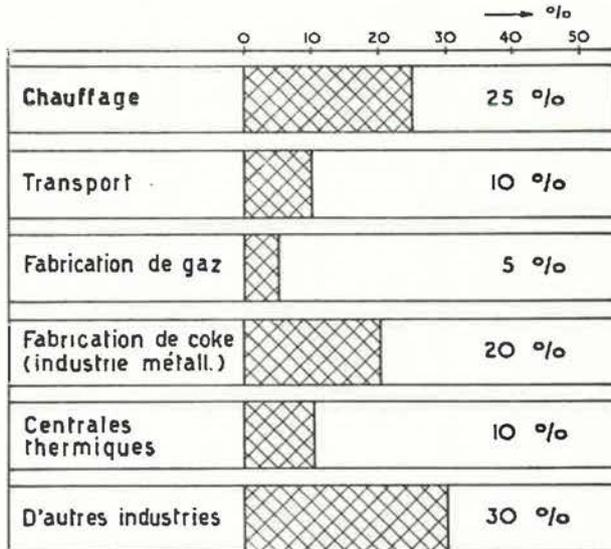


Fig. 2. — Répartition de la houille d'après ses différentes fins de consommation en Europe occidentale (en %).

Pour illustrer l'importance de la houille dans notre société, le tableau 2 représente la consommation de combustibles (calculée en houille) d'un nombre de processus techniques importants.

Ce tableau comprend aussi quelques procédés appliqués à grande échelle en Allemagne pendant la dernière guerre mondiale.

La houille et le problème de l'énergie.

La participation relative de la houille à la production mondiale d'énergie augmenta rapidement pendant le siècle passé et atteignit un maximum au début de notre siècle. Par après, l'huile minérale, le gaz naturel et la force hydraulique ont diminué ce pourcentage jusqu'en dessous de 50 %. La figure 3 reproduit ce développement pendant les quarante dernières années.

TABLEAU 2.

Consommation de houille pour la fabrication de quelques produits industriels.

Houille comme :	Produits	Consommation de houille en tonnes par tonne
Combustible	Ciment	0,25
	Matériel céramique	0,35
	Papier	1,—
	Verre	1,25
Matière auxiliaire chimique	Ammoniaque synthétique	1,5
	Fer	1,1
	Aluminium	17,7
	Magnésium	18,0
Matière première chimique	Carbure de calcium	2,2
	Essence synthétique	5,5
	Caoutchouc synthétique	20,5

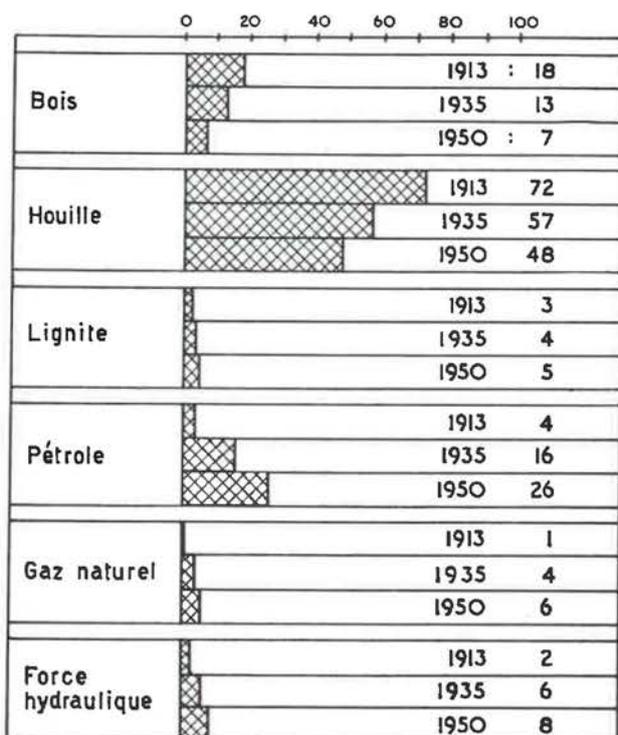


Fig. 3. — Quote-part en % des différentes sources d'énergie dans la consommation mondiale d'énergie de 1913 à 1950.

Bien que cette part relative soit diminuée, l'accroissement des besoins généraux d'énergie a également augmenté la consommation de la houille. L'accroissement intempestif de la consommation mondiale d'énergie se manifeste nettement à la figure 4. Celle-ci reproduit la consommation mondiale entière (abstraction faite de la force du vent) en fonction du temps exprimé en milliers d'années.

Nous voilà maintenant en pleine question de l'énergie. Plus de 80 % de la production totale de la houille et plus de 98 % de toute l'huile minérale extraite ont été produits depuis 1900. Le besoin d'énergie s'accroissant à vitesse égale, tous les combustibles fossiles seront consommés en 200 années.

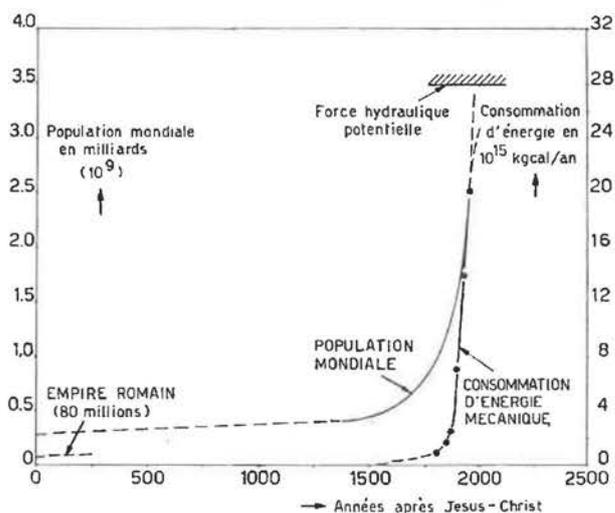


Fig. 4. — Population et consommation de l'énergie dans le monde.

Les besoins mondiaux d'énergie mécanique doublent tous les 15 ans et se sont élevés de 300 kcal par tête et par jour en 1800 à 22.500 kcal par tête et par jour à l'heure actuelle. Dans les pays industrialisés, tels les Etats-Unis, la consommation est même de 150.000 kcal par tête et par jour. Dans le proche avenir, le problème de l'énergie sera donc pressant.

Toute la force hydraulique potentielle exploitable pourrait couvrir environ 1,5 fois la consommation actuelle de l'énergie. Il est toujours difficile de dire jusqu'à quel point et pour combien de temps l'énergie atomique pourrait suppléer. La solution toute indiquée pour l'avenir sera l'exploitation de l'énergie solaire. En tout cas, on dirait que, dans un avenir pas trop éloigné, les combustibles solides seront exploités plutôt comme *matières premières* que comme combustibles.

La houille et l'huile minérale.

La figure 5 représente les données de la figure 4 à une échelle de temps agrandie. Elle prouve aussi l'accroissement intempestif de l'extraction

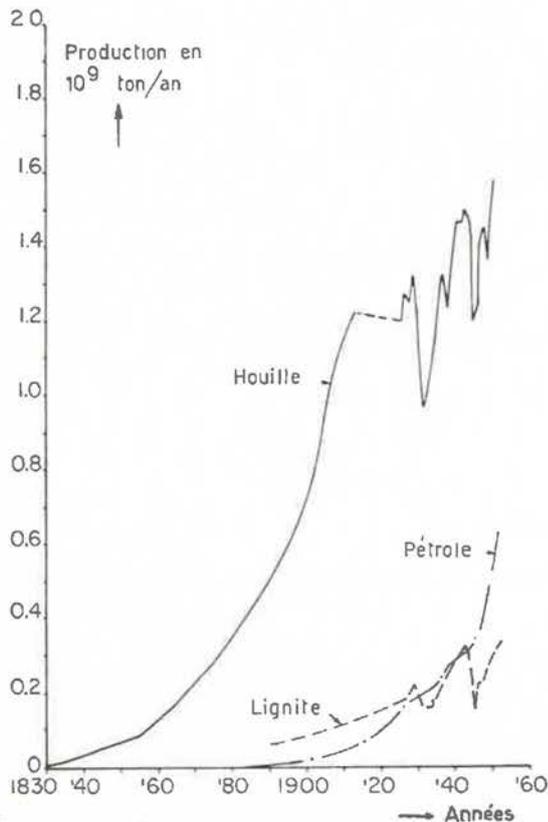


Fig. 5. — Production des principaux combustibles fossiles.

de la houille, surtout au siècle passé. Pourtant, le développement de l'industrie du pétrole de notre siècle est certainement aussi spectaculaire : pour une période qui ne comprend que deux générations, on constate un accroissement de 20 millions de tonnes en 1900 à 660 millions de tonnes en 1952.

Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que le moment du développement intense de l'industrie du pétrole divise aussi l'histoire de l'industrie houillère en deux grandes périodes. Avant 1910, la consommation de houille alla croissant durant 150 années, tandis qu'après 1910 elle ralentit fortement. Pourtant, ceci n'est que partiellement dû à l'apparition de l'huile minérale: la cause principale réside dans l'efficacité accrue des processus techniques consommateurs de houille. De nos jours, une tonne de houille produit environ 5 fois la quantité d'énergie utile d'il y a cinquante ans.

Une autre chose intéressante — dont l'industrie de l'huile minérale est vraiment responsable — consiste en ce que tous les procédés de traitement de la houille qui se justifient du point de vue économique et qui s'emploient dans les grandes industries, datent également d'avant 1910. À cette époque, la cokerie moderne, le four à ciment alimenté en charbons pulvérisés, la gazéification intégrale, la turbine à vapeur et d'autres avaient déjà fait leur apparition. Malgré les énormes progrès de la technologie de la houille, on n'a plus développé depuis 1910 une technique vraiment nouvelle et justifiable au point de vue économique. Depuis la venue des moteurs à combustion, la technologie de la houille s'est développée dans le sens de la

préparation de combustibles liquides et gazeux à partir de la houille ou dans le sens de l'emploi direct de la houille au lieu de combustibles liquides. Dans ces domaines, la concurrence de l'huile minérale est telle que, du point de vue économique, l'industrie houillère sera provisoirement le parti perdant.

Par l'absence presque totale de problèmes de cendres, de poussière et de suie, les combustibles naturels, gazeux et liquides ont pris de l'avance sur l'emploi direct de la houille comme combustible. Mais en général le pétrole empêche aussi le développement technique plus poussé de la houille comme matière première chimique. Déjà sur la base purement calorifique, l'industrie minière est plus chère que l'extraction de pétrole d'où résulte que la houille, comme matière première pour l'industrie chimique, est désavantagée par rapport à l'huile minérale. De plus, le rendement de conversion dans les transformations chimiques est plus bas pour la houille que pour le pétrole. La valorisation de la houille est-elle dès lors une proposition inéconomique ? L'argumentation qui suit prouvera qu'il faut absolument répondre par la négative à cette question. En outre, l'Europe qui est pauvre en huile minérale, en est réduite à la houille (*).

Ceci nécessite pourtant une valorisation spécifique qu'il faudra continuer jusqu'à ce que les frais des matières premières ne jouent qu'un rôle négligeable.

La valorisation de la houille.

Plus de 80 % de la houille extraite sont entièrement brûlés. Une partie de la chaleur produite par la combustion est utilisée pour produire de l'électricité.

L'électricité est une forme d'énergie ennoblée. Au sens plus large du mot, la production de l'énergie électrique peut se considérer comme une valorisation de la houille dont le rendement est pourtant bas, savoir 20-30 % ! Au sens restreint, l'ennoblissement de la houille est sa transformation en matières plus précieuses; elle est l'augmentation de la valeur de la matière première, la valorisation.

Environ 25 % seulement de la houille extraite sont « valorisés » en Europe occidentale dans les cokeries et les usines à gaz où elle est transformée d'une part en coke et d'autre part en « sous-produits ». Le coke s'emploie en majeure partie comme moyen de réduction, entre autres dans l'industrie sidérurgique, alors qu'une partie importante est utilisée comme combustible. Un pourcentage très faible de la houille est mis à profit dans l'industrie chimique; pourcentage qui est pourtant le plus « valorisé ».

La figure 6 donne une vue de cette valorisation. Elle indique le prix de 1 kg de carbone dans les

(*) A titre d'illustration, nous donnons les chiffres suivants :

Production en Europe occidentale en millions de tonnes		
	1938	1950
Houille	535	535
Huile minérale	0,5	2,0

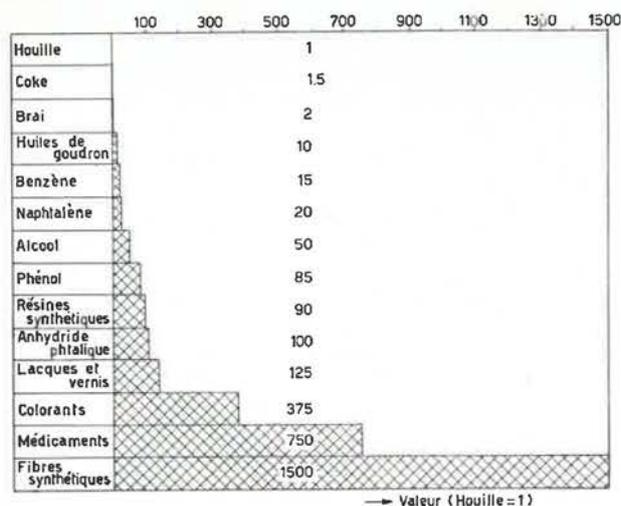


Fig. 6. — Augmentation de la valeur par kg de carbone.

différents produits, le carbone dans la houille étant pris comme unité.

Il va sans dire que cette valorisation comporte des frais sous forme de matières auxiliaires, processus de fabrication, transport, travail, etc. Tous les frais de la valorisation sont payés enfin avec du carbone, savoir sous forme d'énergie mécanique pour l'extraction de matières auxiliaires, le transport et les processus de fabrication ainsi que sous forme d'aliments, vêtements, etc..., qui sont à la base de l'activité humaine. Ceci révèle que notre société se base sur la dégradation du carbone; le rendement de la valorisation de la houille est d'autant plus bas que le produit est plus valorisé.

Néanmoins, l'augmentation de la valeur dépasse de loin la réduction du rendement.

Pour l'avenir de l'Europe occidentale, la valorisation de la houille est « une condition sine qua non » ! Notre partie du monde est pauvre en matières premières et riche en hommes. Chaque société tend à augmenter le bien-être, donc à élargir la marge inévitable entre les salaires et le coût de la vie.

L'économie de l'Europe occidentale se base principalement sur la houille, source d'énergie et de matières premières.

Les conditions d'exploitation de nos houillères deviennent pourtant moins favorables par suite de la profondeur croissante; à ce point de vue, l'Europe se trouve continuellement désavantagée par rapport au Nouveau-Monde. Aussi en résultera-t-il que, dans notre partie du monde, l'industrie minière exigeant une main-d'œuvre élevée (plus de 60 % des frais de production sont des frais de main-d'œuvre) occupe une position toujours plus désavantageuse que la mécanisation avancée ne peut que partiellement supprimer. Du point de vue de l'économie nationale, la meilleure arme contre le danger économique croissant de l'industrie minière constitue une valorisation plus intensive de la houille.

Méthodes de valorisation de la houille.

La houille est une matière macromoléculaire de structure très compliquée. La fabrication directe de produits chimiques au moyen de réactions assez simples s'est toujours heurtée à de très grandes difficultés.

Tous les traitements chimiques réalisés à l'échelle technique en partant de la houille se basent sur une modification extrême ou sur une destruction complète de la structure chimique originale. Les trois processus de valorisation de la houille qui se sont développés jusqu'au stade de la grande industrie sont : la carbonisation, l'hydrogénation et la gazéification intégrale.

La carbonisation de la houille.

La seule forme de valorisation qui est généralement utilisée en ce moment est la carbonisation, c'est-à-dire la fabrication de coke et de gaz en traitant la houille à une température très élevée à l'abri de l'air. En Europe occidentale, 25 % environ de la production de houille sont carbonisés. Le coke est un produit spécifique de l'industrie houillère alors qu'il sert de base à l'industrie sidérurgique. Les fours à coke constituent actuellement en Europe occidentale une source très importante de gaz. A part le coke, la carbonisation produit un grand nombre d'autres matières dont une partie est extraite et traitée en vue d'obtenir des produits purs. C'est pourquoi la carbonisation de la houille est devenue, depuis 75 ans, une importante source de matières premières pour l'industrie chimique. Depuis l'introduction du procédé Haber-Bosch pour la fixation d'azote, l'industrie de l'azote constitue une partie intégrale des possibilités de la valorisation de la houille. L'hydrogène nécessaire peut se préparer, soit par le fractionnement de gaz de fours à coke, soit par la réaction de coke avec de la vapeur et de l'oxygène.

La préparation de combustibles liquides et de produits chimiques à partir de la houille par hydrogénation et par synthèse totale.

Comme le processus classique de la carbonisation de la houille peut être considéré comme une modification thermique — bien que très exagérée — de la structure de la houille, les techniques nouvelles d'hydrogénation de la houille et de la synthèse Fischer-Tropsch sont des exemples d'une destruction extrême de la structure de la houille. Par l'hydrogénation de la houille, la grande molécule de houille est rompue, sous l'action d'hydrogène, en morceaux plus petits; dans la synthèse Fischer-Tropsch, la houille (ou plus exactement le coke) est d'abord complètement rompue sous l'action de l'oxygène et de la vapeur; ensuite a lieu la synthèse ultérieure des produits chimiques à l'aide d'hydrogène, à partir du monoxyde de carbone formé. L'hydrogénation de la houille aboutit, comme on le sait, à des combustibles liquides comme produits principaux et à des produits chimiques (phénols) comme sous-produits. La gazéification

intégrale fournit un gaz de synthèse qui, au moyen du processus Fischer-Tropsch, peut être transformé en combustibles liquides et en produits chimiques. Voilà donc différentes formes de valorisation de la houille: transformation de la houille en combustibles gazeux et liquides de plus haute valeur et en produits chimiques.

Les deux procédés, hydrogénation et synthèse Fischer-Tropsch, sont des prestations techniques énormes; tout comme la synthèse de l'ammoniaque, elles auraient constitué l'industrie la plus grande et la plus prospère du monde, si la nature elle-même ne nous avait donné les combustibles liquides en quantités immenses — quoique limitées — sous forme de pétrole. Il est toujours plus simple de forer un trou et de pomper du pétrole que d'extraire la houille et de transformer celle-ci par voie chimique en « pétrole ». Alors que le pétrole d'un rendement très élevé (> 80 %) peut être transformé en produits finals désirés, la préparation chimique d'une tonne d'hydrocarbures liquides exige quelques tonnes de houille.

Bien que du point de vue technique, le problème de l'alimentation du monde en combustibles gazeux et liquides à partir de houille soit résolu, cette voie n'est certainement pas justifiée du point de vue économique en Europe occidentale. Une augmentation considérable des prix de pétrole impliquerait un changement radical. Ce moment peut être influencé par des facteurs imprévus, ce que prouve le développement analogue dans le domaine du caoutchouc naturel et synthétique.

Pour les deux processus, hydrogénation et synthèse totale, les frais sont principalement déterminés par la préparation d'hydrogène, respectivement de gaz de synthèse. Provisoirement, on ne peut prévoir que dans l'avenir ces frais se réduisent de façon très considérable. On peut bien s'attendre à ce que les investissements de capitaux pour les deux procédés puissent encore se réduire par suite des perfectionnements techniques. Pour l'avenir, les deux processus ont une signification spéciale, probablement en combinaison avec la technique de carbonisation.

C'est seulement le procédé de gazéification intégrale à l'aide d'oxygène qui, dans le proche avenir, jouera un grand rôle dans la préparation du gaz de distribution et du gaz de synthèse destiné à la fabrication de l'ammoniaque.

L'avenir de la valorisation de la houille.

Nous venons de dire que, jusqu'à présent, la valorisation de la houille se réalisait principalement par la technique de carbonisation.

En parlant de l'avenir, il faut jeter un regard sur le développement pratique dans le passé.

Initialement, l'industrie houillère n'était que fournisseur de charbons. Ceux-ci étaient vendus à un grand nombre de consommateurs qui les soumettaient à un traitement ultérieur.

Ce traitement comprenait la fabrication d'électricité, de gaz et d'acier, ce dernier étant fabriqué avec du coke. La situation est esquissée au schéma 1. Tous les consommateurs sont indépendants

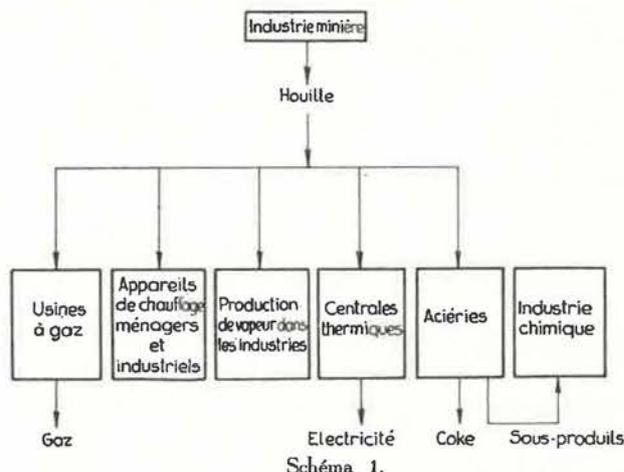


Schéma 1.

l'un de l'autre et l'interconnexion est minime. Leur intérêt pour le combustible acheté est limité. Le fabricant de gaz ne s'intéresse qu'à la production de gaz, le fabricant d'acier seulement à la production de coke et le fabricant d'électricité à ce que les combustibles se prêtent bien à l'alimentation des fours.

L'industrie chimique consomme de faibles quantités de sous-produits des fabricants de gaz et d'acier à des prix très bas. Le gaz de fours à coke est brûlé en dessous des fours à coke et dans toutes sortes d'autres appareils de chauffage.

Cette situation existe toujours aux Etats-Unis et en Angleterre.

La seconde phase commence quand le processus de carbonisation peut se développer dans des conditions de meilleure indépendance alors qu'une liaison avec l'industrie minière, soit avec l'industrie chimique soit avec les deux, est nécessaire. Cette situation s'est réalisée en France, en Belgique, en Allemagne et aux Pays-Bas après la première guerre mondiale et elle est indiquée pour un cas spécial au schéma 2.

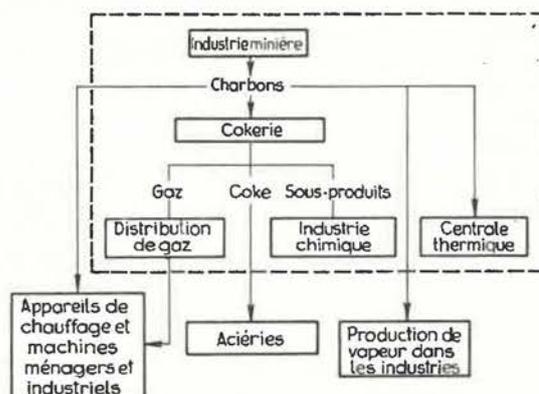


Schéma 2.

Sur la base de cette interaction entre l'industrie minière et l'industrie chimique, les Staatsmijnen aux Pays-Bas ont développé un ensemble d'industries basées sur la houille et qui se sont étendues jusqu'à la fabrication de fibres synthétiques. Cette forme d'intégration technique et économique est encore une chose presque unique dans le monde.

Hormis de multiples avantages, la valorisation de la houille par la technique de carbonisation actuelle montre des restrictions inhérentes. Tout d'abord dans la matière première. Ce n'est qu'un type déterminé de houille, les soi-disant charbons à coke et une partie des charbons à gaz qui se prêtent à la carbonisation technique, alors que leurs réserves mondiales sont faibles.

Une seconde restriction réside dans le fait que la production du coke est liée de façon rigide à celle des sous-produits. L'accroissement dynamique de l'industrie organico-chimique lourde (matières plastiques) augmente rapidement la demande d'hydrocarbures de goudron. La consommation de gaz dans les industries et les ménages croît également par bonds. La vente du coke, par contre, est grandement déterminée par la capacité des aciéries qui sont moins expansives et assez sensibles à la conjoncture. Il se révèle donc une tendance nette de la demande croissante de sous-produits et de gaz, tendance qui est relativement plus forte que celle de la demande de coke.

L'avvenir de la valorisation de la houille nécessite donc que cette liaison rigide soit rompue et transformée en une liaison élastique.

Deux voies s'ouvrent dans ce but.

La première est l'extension du marché de coke en intensifiant le traitement du coke pour des fins chimiques. Le moyen indiqué est entre autres la transformation du coke, par gazéification intégrale, en un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène, le soi-disant gaz de synthèse qui est la matière de départ pour la synthèse d'ammoniaque et pour la préparation de beaucoup de produits chimiques aliphatiques.

La seconde voie pourrait être l'application d'une méthode beaucoup plus simple, rapide et meilleur marché pour dégazer la houille. Cette méthode permettrait, il est vrai, la production de tous les sous-produits, mais pas celle de coke métallurgique; au lieu de celui-ci, on obtiendrait un combustible solide dont la qualité serait fort inférieure à celle du coke métallurgique, mais dont le rendement financier pourrait être plus bas par suite de la fabrication meilleur marché. L'avantage de ce procédé serait alors que presque tous les charbons

riches en gaz se prêteraient à ladite méthode de carbonisation.

L'étude des deux possibilités est actuellement en cours dans de nombreux laboratoires de recherches.

La solution d'une intégration finale est reproduite au schéma 3. L'industrie houillère se développe en une industrie d'énergie; la cokerie si spécifique pour le traitement de la houille, en une usine d'énergie et de gaz produisant en même temps les matières premières pour l'industrie chimique. La gazéification intégrale et la synthèse catalytique sont devenues des éléments essentiels de la combinaison de procédés appliqués à la valorisation de la houille. L'élasticité est portée au maximum: le rapport entre le combustible solide, le gaz et les produits chimiques est réglable à volonté. Le lien rigide entre la production de coke et celle de l'acier est relâché. La perte en produits chimiques existant à l'état potentiel dans la houille, et à extraire par voie de carbonisation, est nulle. Le problème des espèces de charbons sur le marché n'est plus sans solution puisque chaque combustible riche en gaz peut être dégazé et transformé, après agglomération en un « anthracite artificiel ».

Bien que ceci paraisse encore un peu illusoire, on constate en ce moment une « tendance » dans cette direction.

Toute prévision est subjective, il est vrai, et est influencée et voilée par l'assujettissement inhérent au présent.

En faisant tout de même un pronostic, nous aurons l'image suivante :

Vers 1960 : La consommation annuelle de combustibles valorisés augmente de façon intense; celle des combustibles liquides de 4 % environ, celle du gaz de 10 % environ et celle de l'électricité de 12 % environ. Le pays le plus riche en huile, à savoir les Etats-Unis, se voit déjà obligé d'importer des combustibles liquides.

Vers 1980 : Un manque international assez grave de combustibles liquides se produit, bien que la production mondiale d'huile minérale aille en croissant et qu'elle soit même une fois et demie plus grande qu'en 1950. Une partie des besoins en hydrocarbures liquides est déjà couverte par le traitement de la houille. Une grande industrie de valorisation de la houille est à l'état naissant alors que l'exploitation minière est presque totalement mécanisée. A l'intérieur de l'entreprise, une grande partie des charbons extraits est transportée sous forme de grains fins par voie pneumatique. La houille n'est presque plus brûlée comme telle mais, abstraction faite des espèces pauvres en gaz, elle est soumise à une carbonisation complète. Une petite partie du résidu fixe de carbonisation est convertie, au moyen d'une espèce de synthèse dite de Fischer-Tropsch, en combustibles liquides et produits chimiques, tandis que la majeure partie est transformée en électricité. Le goudron de houille devient la matière première la plus importante pour la préparation d'hydrocarbures liquides au moyen d'un processus d'hydrogénation.

Fin du 20^{ème} siècle : L'huile minérale et les schistes bitumineux ne couvrent les besoins d'hydrocarbures liquides que pour la moitié. Le reste est

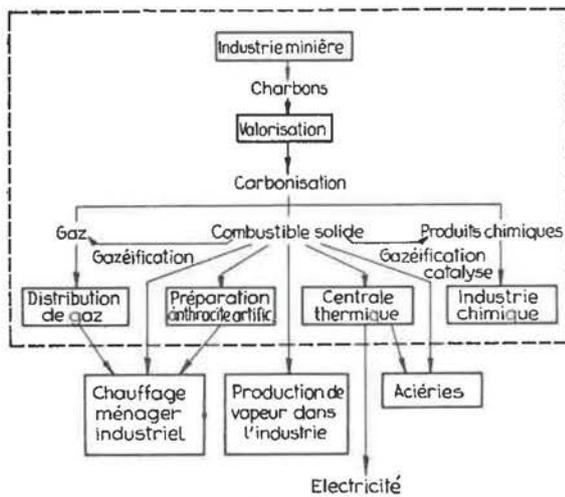


Schéma 3.

préparé à partir de houille, dont la majeure partie s'obtiendra par hydrogénation du goudron de houille.

C'est ainsi que les choses pourraient se passer dans l'avenir. La réalité dépendra pourtant du développement technologique, de toutes sortes de facteurs économiques et de la connaissance de plus en plus exacte des réserves de combustibles fossiles.

Cependant, ce qu'on peut dire avec certitude, c'est qu'une grande perspective et un vaste domaine de recherches pourraient s'ouvrir aux entreprises minières.

De nouveaux processus de traitement permettront de transformer des espèces de houilles et de choisir ce traitement de façon que la nouvelle espèce produite soit adaptée au maximum à des fins déterminées. L'hydrogénation et la synthèse catalytique — comme techniques individuelles encore inéconomiques — pourraient jouer un rôle comme processus partiels de traitement dans le proche avenir. Et c'est cette diversification accompagnée d'un développement extrême dans le secteur chimique qui pourra grandement renforcer la base économique de l'entreprise minière.

La valorisation de la houille aux Pays-Bas.

Pour terminer ma conférence sur la valorisation de la houille, laissez-moi vous dire quelques mots de la plus grande entreprise de valorisation aux Pays-Bas, les Staatsmijnen.

Fondée il y a cinquante années, elle était au début une entreprise minière. Le premier siège exploité,

la mine Wilhelmina, produit des charbons maigres qui sont vendus comme tels. D'ailleurs, ils ne se prêtent pas à un traitement ultérieur par suite de leur « faible teneur en matières volatiles ». Les mines Emma, Hendrik et Maurits, pourtant exploitées ultérieurement, produisent des charbons gras qui se prêtent à la fabrication du coke métallurgi-

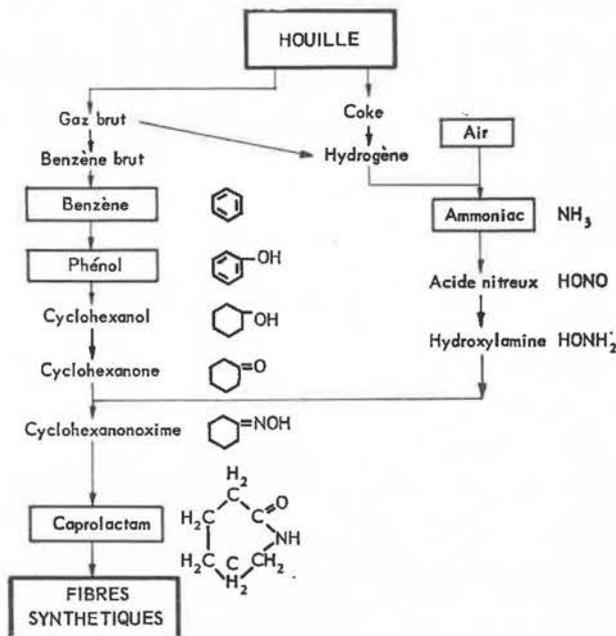


Schéma 4. — Le chemin conduisant de la houille aux fibres synthétiques.

PRODUITS DE LA VALORISATION DE LA HOUILLE AUX STAATSMIJNEN

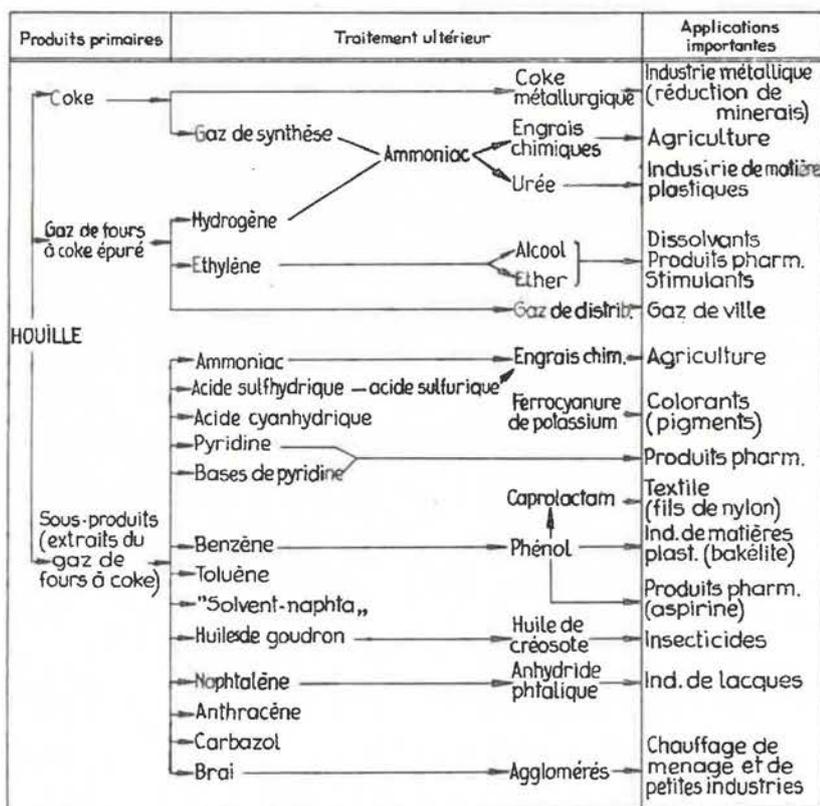


Schéma 5. — Produits de la valorisation de la houille aux Staatsmijnen.

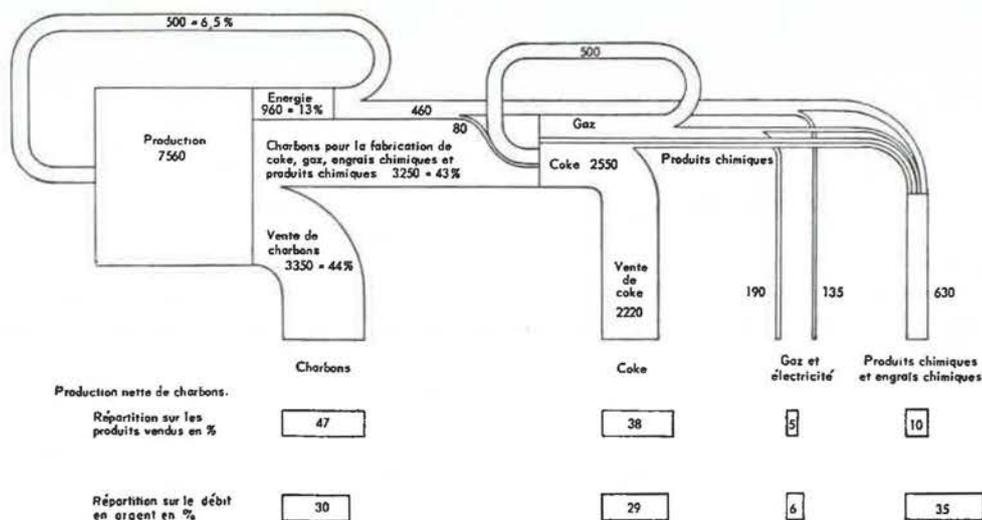


Schéma 6. — Destination des charbons produits en 1952 par les Staatsmijnen. (Par 1000 tonnes).

que de qualité excellente. On s'est rendu compte à temps de l'importance de cette forme de valorisation de sorte que, pendant la première guerre mondiale, on a construit la première grande cokerie près de la mine Emma et dix années après une seconde près de la mine Maurits. Ces deux usines se sont développées jusqu'à une capacité totale de 10.000 tonnes de charbon par jour.

Comme les très grandes quantités de gaz de fours à coke n'étaient pas toutes vendues en dehors de l'entreprise, on a construit en 1929 une usine d'azote qui utilise l'hydrogène du gaz de fours à coke comme matière première pour la synthèse d'ammoniaque de sorte qu'une partie du gaz était employée à l'intérieur de l'entreprise. Cette usine s'est également développée et sa production actuelle est de 375 tonnes d'azote fixé, c'est-à-dire 1800 tonnes environ d'engrais chimiques par jour.

A ces deux grandes phases, cokeries et usine d'azote, fait suite la valorisation de la houille. La troisième phase, la diversification, qui est en plein développement, a abouti au traitement d'autres produits primaires de la houille. Il n'est pas possible de donner ici un compte rendu des multiples procédés de fabrication réalisés.

Je veux seulement faire exception pour la plus importante extension réalisée, la fabrication de la matière première pour le nylon, la caprolactame.

Le schéma 4 nous en donne quelques détails. En lavant le gaz de fours à coke, on obtient du benzène brut qui, par un raffinage, est traité en vue de l'obtention de benzène chimiquement pur. La caprolactame, qui est la pierre de construction d'une fibre entièrement synthétique du type nylon, s'obtient via le phénol, le cyclohexanol, le cyclo-

hexanone et le cyclohexanonoxime. Le fait qu'à une allure de production de 10 tonnes par jour, la teneur en impuretés de ce produit ne doit pas dépasser 0,005 % pour servir de matière première pour des fibres synthétiques, donne une idée des difficultés de fabrication et de la prestation nécessaire dans le cadre de l'industrie houillère.

Le schéma 5 est une vue générale de tout ce que les Staatsmijnen ont pu réaliser dans le domaine de la valorisation de la houille. Comme nous venons de le dire, la combinaison réalisée sous forme d'une intégration technique et économique est encore assez unique dans le monde.

On se demandera sans doute quel est le rapport quantitatif entre la houille produite et la houille traitée au sein de l'entreprise même. Le schéma 6 pris au rapport annuel de 1952 des Staatsmijnen en donne une idée.

Il apparaît d'abord que plus de la moitié des charbons produits est traitée dans l'entreprise même. De ces 50 %, trois quarts sont utilisés pour la production de coke, gaz, engrais et produits chimiques et un quart pour la production d'énergie. La majeure partie de cette énergie est nécessaire à l'extraction et la valorisation de la houille ; une partie (environ un septième de l'énergie produite) est vendue comme courant électrique. De la production nette, 47 % sont vendus comme charbons, 38 % comme coke, 5 % comme gaz et électricité et 10 % sous forme d'engrais et de produits chimiques. Ces 10 % de la production nette constituent pourtant 35 % du débit des rentrées en argent de l'ensemble des produits finals, ce qui explique clairement l'aspect économique de la valorisation de la houille.