

# **Commission Technique Internationale de Valorisation du Charbon de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier**

Septième Session du 9 au 11 octobre 1958

---

## **INTRODUCTION**

*Le présent document constitue le rapport sur la septième session de la Commission technique internationale de Valorisation du Charbon, organisée en Belgique du 9 au 11 octobre 1958.*

*Il a été préparé par les délégués belges :*

*MM. DESSALLES, délégué de la Fédération des Associations Charbonnières de Belgique.*

*GRAND'RY, des S.A. Carbochimique et Carbonisation Centrale à Tertre, délégué de la Fédération des Associations Charbonnières de Belgique.*

*LEDENT, de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière.*

*VENTER, de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière.*

## **LISTE DES PARTICIPANTS**

Haute autorité : *MM. DELARGE, SCHENSKY, ANDRE.*

Allemagne : *MM. BERNEISEN, ENGEL, KEGEL, KLEINGROTHAUS, LUEPKE, MUELLER-GLIEMANN, REERINK, SCHWEITSER.*

Belgique : *MM. DESSALLES, GRAND'RY, LEDENT, VENTER.*

France : *MM. DUVIVIER, FOCH, GODDET, MOUSSU.*

Italie : *MM. BOBBIO, CAPPÀ, COLLO, SCORTECCI.*

Pays-Bas : *M. KARDAUN.*

Sarre : *MM. HOFFMANN, ZEWEN.*

Royaume-Uni : *M. Idris JONES.*

# I. — LES GRANDES LIGNES DE LA VALORISATION DU CHARBON EN BELGIQUE

par J. VENTER

Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière.

## 1. Données de base.

### 1.1. Gisement.

Le gisement belge s'étend au sud et au nord du massif du Brabant. Le gisement sud s'étend suivant le sillon Haine-Sambre et Meuse. Celui du nord ou de Campine se trouve au nord d'un alignement Anvers-Hasselt. Sa limite nord n'est pas exactement déterminée (fig. 1).

Le gisement sud comporte les bassins assez conventionnels du Borinage ou Couchant de Mons, Centre, Charleroi, Liège.

Les réserves par bassin sont indiquées en milliards de tonnes et figurées par un rectangle (fig. 2): Couchant de Mons 0,75 - Centre 0,3 - Charleroi

0,55 - Liège 0,25 - Campine 3,25 - total : sud 1,85 - nord 3,25 - total du pays : 5,1 milliards de t. La figure indique également le nombre d'années d'exploitation au rythme actuel.

Ces réserves sont celles des concessions en activité. En Campine, on a ajouté les réserves de deux concessions inactives d'Ostham-Quadmechelen et Neeroeteren-Rothem, ainsi que le gisement contenu dans les réserves A, B et C.

Le grand rectangle est représentatif du total des réserves belges réparties en qualités basées sur la teneur en matières volatiles.

On peut en déduire tout de suite des conclusions quant à l'orientation à donner, dans notre pays, à la valorisation de la houille :

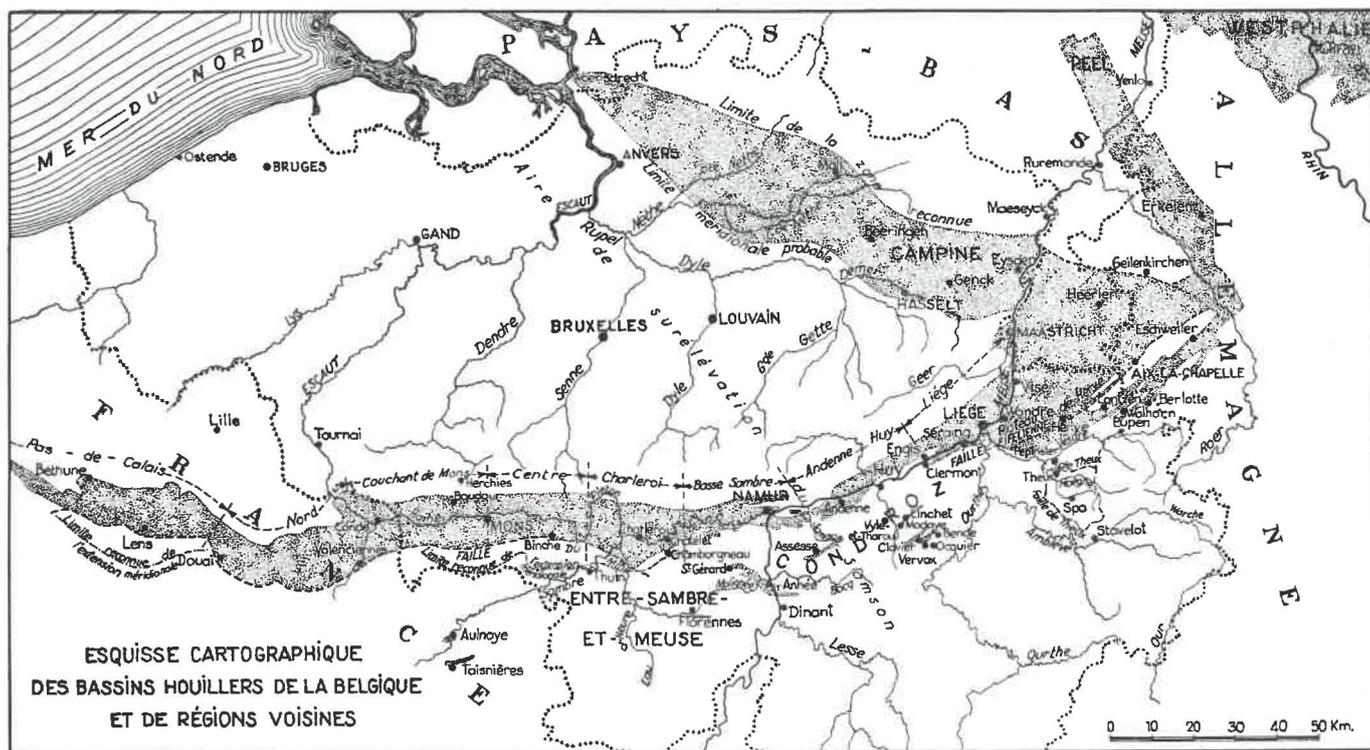


Fig. 1.

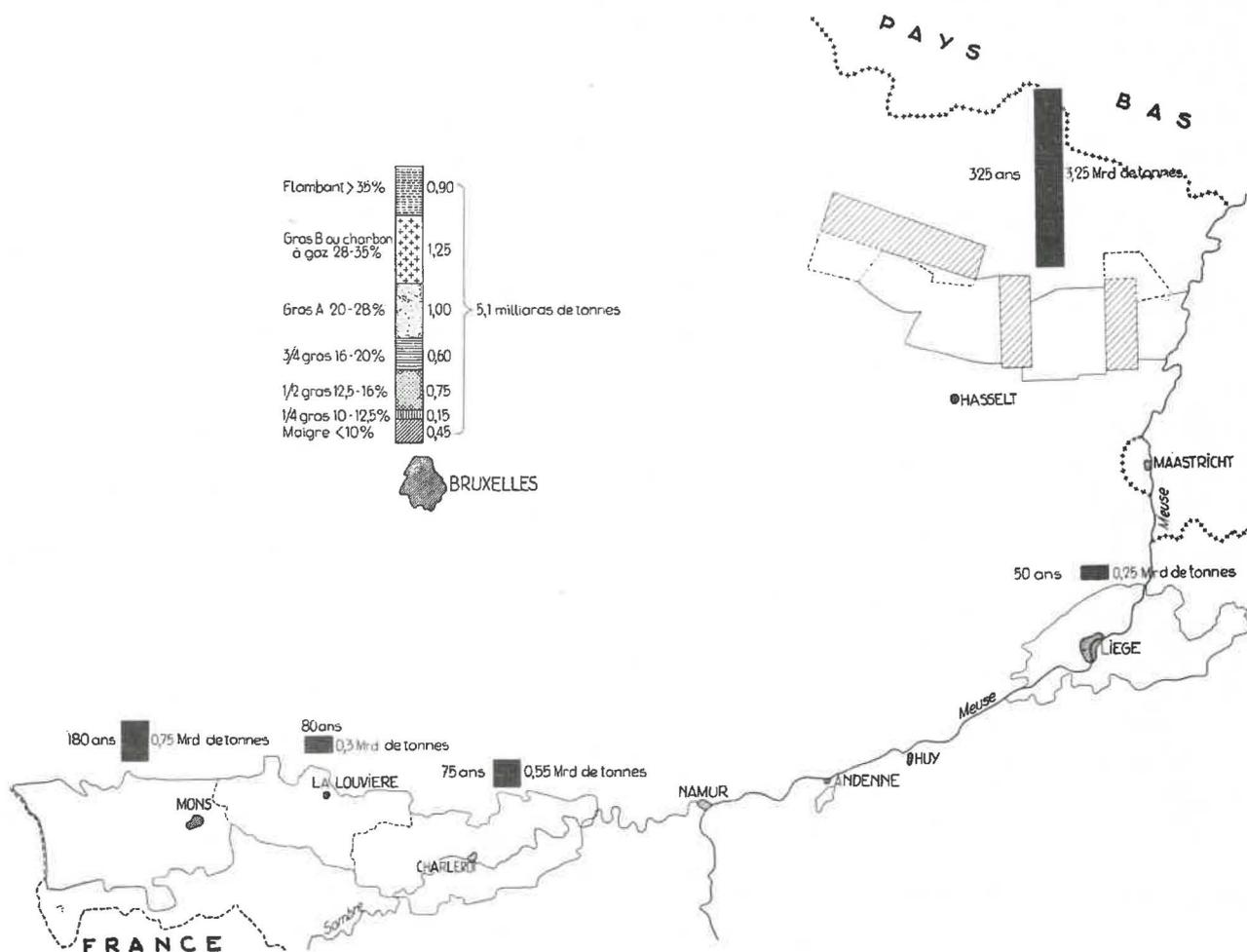


Fig. 2.

TABLEAU I.

Productions nette et brute réalisées dans les différents bassins en 1956.

tonnes

	Matières volatiles	Borinage	Centre	Charleroi Namur	Liège	Campine	Royaume
A. Production brute		7.218.584	6.160.492	12.356.739	7.109.074	17.240.165	50.085.054
B. Production nette							
maigres	< 10 %			3.749.571	3.213.071		6.962.642
1/4 gras	10-12,5 %			272.558	173.699		446.257
1/2 gras	12,5-16 %	1.040.020	1.879.245	2.348.933	1.144.375		6.421.573
3/4 gras	16-20 %	411.737	1.123.575	51.501		26.704	1.613.317
gras A	20-28 %	1.967.943	158.762	547.447		4.441.995	7.096.147
gras B	> 28 %	558.450	457.917			5.998.812	7.015.179
Production totale nette		3.987.150	3.599.499	6.969.810	4.531.145	10.467.511	29.555.115
Rapport de la production brute à la production nette		1,81	1,71	1,77	1,57	1,65	1,69

TABLEAU II.

Fournitures au marché intérieur en 1956.

tonnes

Secteurs de consommation	Charbon	Agglomérés	Cokes	Lignites
Cokeries et usines à gaz	9.596		1	
Fabriques d'agglomérés	1.688			
Centrales électriques	3.541	2	28	2
Transports : fer	1.249	151	26	
navigation intérieure	16	11		
soutes	50	23		
Sidérurgie	255	56	5.215	
Autres industries :				
Constructions métalliques	151	9	148	
Métaux non ferreux	546	3	143	
Matériaux de construction, verre, céramique	786	46	59	10
Cimenteries	1.034	4	13	
Industries chimiques	517	4	186	
Industrie du papier	258		1	
Industries textiles	211	1	3	
Industrie du sucre	196	1	14	
Autres industries alimentaires	182	12	31	
Industries diverses	345	50	168	
Foyers domestiques et artisanat	6.211	681	221	90
Administrations publiques	190	12	60	
<b>Total :</b>	<b>27.022</b>	<b>1.066</b>	<b>6.317</b>	<b>102</b>

- 1) La Belgique est pourvue en charbon de qualité dans toutes les catégories.
- 2) Elle est pauvre en charbon domestique, maigre et quart-gras. Au rythme actuel de la production, elle en a pour une soixantaine d'années.
- 3) Elle est riche en bons charbons à coke. Les 3/4 gras, gras A et la partie favorable des gras B représentent deux milliards de tonnes.
- 4) Elle est riche en charbons à gaz et flambants qui représentent 1,5 milliard de tonnes. Ces flambants ne sont encore guère exploités. Il y a lieu de rechercher pour eux une valorisation adéquate.

### 1.2. Production.

La production nette et brute d'une année normale est figurée au tableau I [1].

Ce tableau montre notamment le rapport élevé entre la production brute et la production nette : 1,69 pour le pays avec un maximum de 1,81 dans le Borinage.

Ceci montre de façon frappante l'importance des problèmes de la préparation mécanique du charbon en Belgique.

### 1.3. Fourniture au marché intérieur.

La fourniture au marché intérieur est de 27.022.000 tonnes. Elle se décompose comme l'indique le tableau II.

Ce tableau concerne également les agglomérés et les cokes dont les chiffres ne sont pas à ajouter à ceux du charbon. D'une façon générale, en effet, les agglomérés et les cokes sont inclus dans la première colonne des fournitures de charbon.

### 1.4. Objectifs de la valorisation en Belgique.

La première étape de la valorisation comprend les opérations de criblage, de lavage et d'agglomération qui ne modifient pas la structure profonde de la houille, mais qui lui donnent une forme commerciale de valeur accrue.

La seconde étape comprend les traitements thermiques de carbonisation ou de gazéification qui ont pour but d'obtenir des combustibles solides à caractéristiques entièrement différentes des produits de départ et de produire les gaz nécessaires à l'industrie et à la consommation domestique.

A ce stade peut également se rattacher la combustion de la houille dans les centrales thermiques, en vue de la production d'énergie électrique.

La troisième étape est constituée par l'ensemble des valorisations chimiques dont l'importance économique est en accroissement constant et qui conduisent à une gamme de produits finis, sans cesse plus vaste et plus nuancée.

Il n'est pas possible, dans le cadre d'un exposé général, d'entrer dans le détail de chacune des valorisations de la houille ; nous allons néanmoins tenter d'esquisser l'évolution des diverses industries belges qui s'y rapportent et d'en dégager quelques perspectives d'avenir.

## 2. Les industries de valorisation de la houille.

### 2.1. La préparation des charbons dans les charbonnages belges.

Les triages-lavoirs belges sont généralement divisés en quatre sections appelées :

- a) triage (où l'on traite les gros bruts),
- b) traitement des grains,
- c) traitement des fines,
- d) traitement des schlamms.

#### a) Triage (traitement des gros bruts).

Le tonnage total traité dans les triages est d'environ 30.000 tonnes par jour.

Quatre méthodes sont utilisées :

- le triage à main complet
- l'épierrage sommaire suivi du concassage
- le lavage par milieu dense
- le traitement au trommel Bradford.

La figure 3 indique en pourcents du produit traité l'importance de chacun des procédés

- au 1<sup>er</sup> janvier 1956
- au 1<sup>er</sup> janvier 1958
- et en 1960,

compte tenu des installations en commande ou en cours de montage [2].

Le triage à main diminue fortement au profit du lavage par milieu dense et des trommels Bradford.

#### b) Traitement des grains.

La figure 4 indique de la même façon l'évolution des 4 méthodes employées en Belgique :

- bac à pistonnage mécanique,
- rhéolaveur,
- bac à pistonnage pneumatique,
- bac à milieu dense.

L'importance de la première méthode diminue fortement au bénéfice de la dernière, c'est-à-dire des bacs à milieu dense.

#### c) Traitement des fines.

La figure 5 indique l'évolution des méthodes employées pour le traitement des fines.

Il y a une diminution des bacs à feldspath à pistonnage mécanique au profit des bacs à pistonnage pneumatique et du cyclone à milieu dense.

#### d) Traitement des schlamms.

Les schlamms gras sont flottés dans la forte proportion de 75 %. On ne prévoit pas de développement à brève échéance de la flottation des schlamms

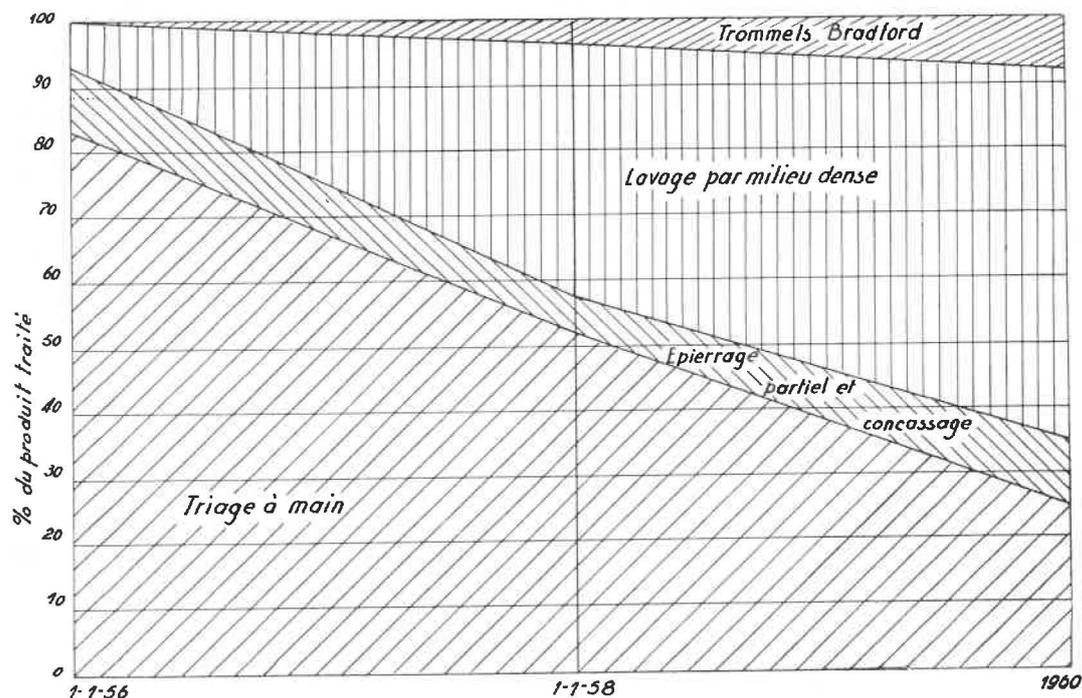


Fig. 3. — Traitement des gros bruts.

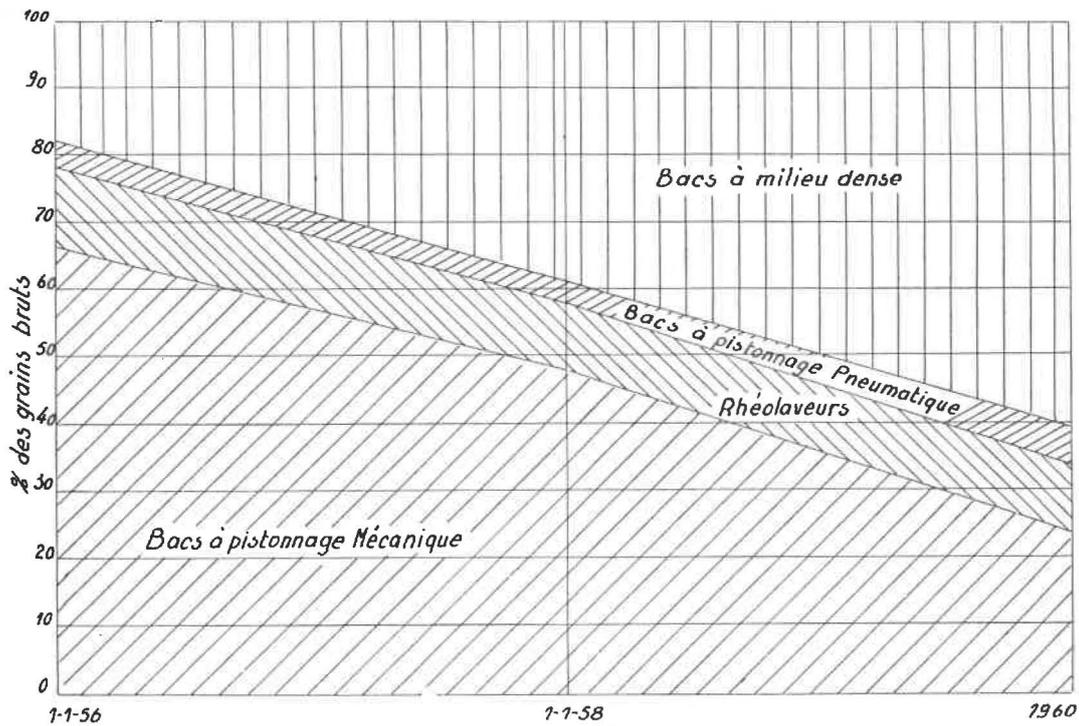


Fig. 4. — Traitement des grains.

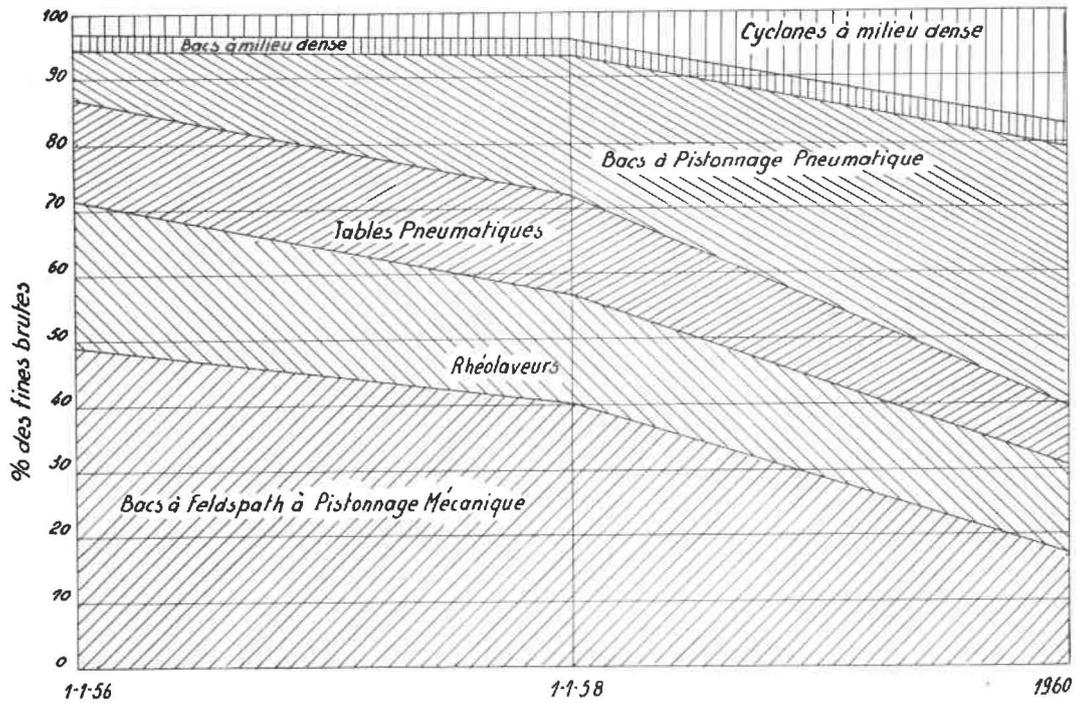


Fig. 5. — Traitement des fines brutes.

maigres et quart-gras qui sont traités dans la proportion de 17 % ni de celle des demi-gras qui sont traités dans la proportion de 47 %.

**2.2. L'agglomération des poussières.**

L'industrie des agglomérés de houille ne constitue qu'une activité mineure dans l'ensemble de l'in-

dustrie charbonnière belge ; les tonnages traités au cours des dernières années ne représentent, en effet, que 5 à 6 % de la production totale du pays.

L'agglomération s'applique uniquement aux poussières à faible teneur en matières volatiles (anthracites, maigres ou demi-gras).

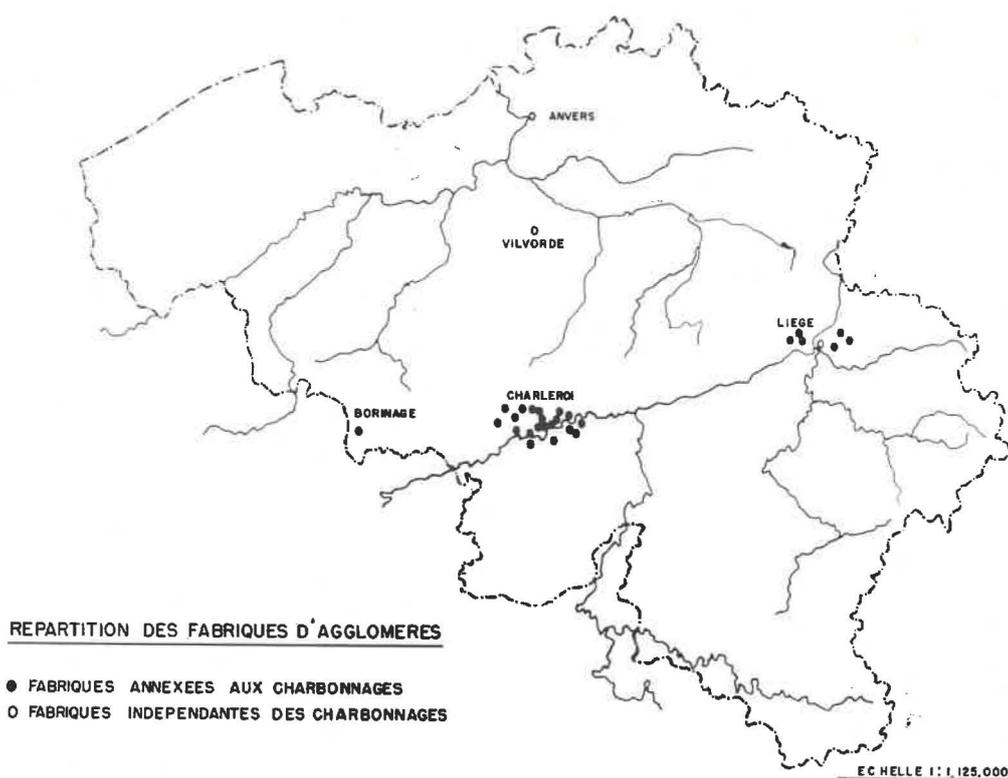


Fig. 6.

La figure 6 montre la répartition géographique des 33 usines d'agglomération qui fonctionnent actuellement en Belgique. 30 de ces usines sont directement annexées à des charbonnages et 27 d'en-

tre elles sont localisées dans les bassins de Charleroi et de Liège où se situent les principaux producteurs de maigres et d'anthracites.

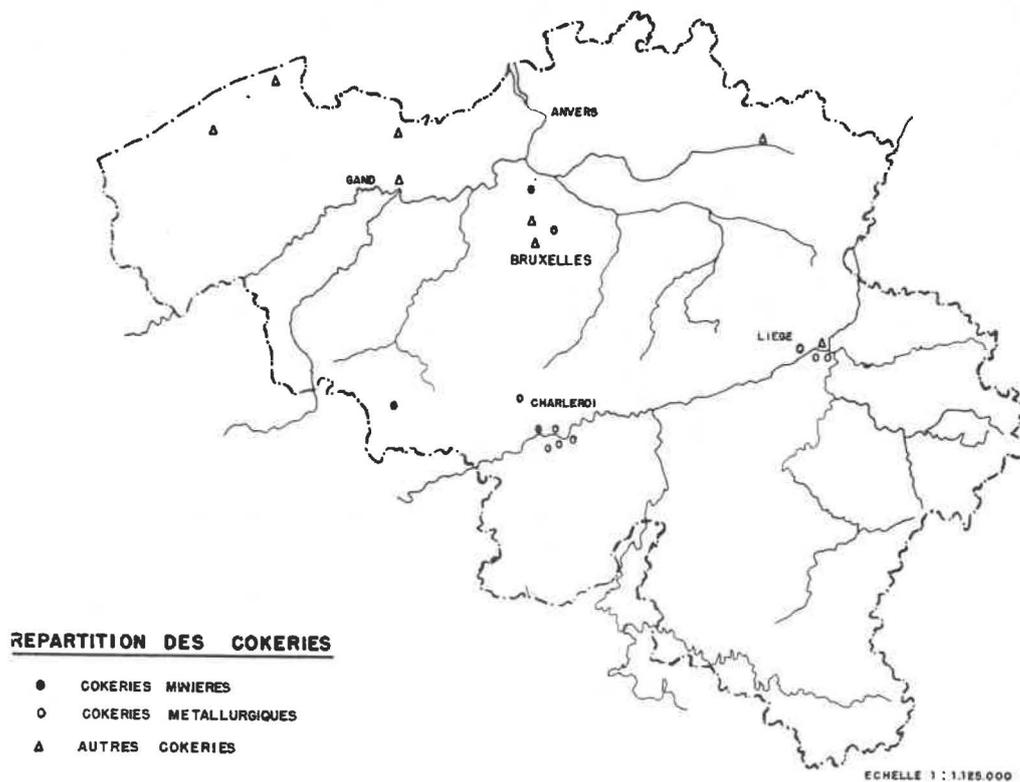


Fig. 7.

TABLEAU III.

Situation des cokeries belges au 31 décembre 1956.

Province	Société exploitante	Lieu de l'installation	Batteries		Constructeur et année de construction	Chauffage Gaz riche (R) Compound (C)	Fours		Enfournement normal en t par 24 h
			à l'arrêt	en service			à l'arrêt	en service	
Flandre Occidentale	Fours à coke de Zeebrugge	Zeebrugge	} — 1		Coppée 1930	R	—	50	1.090
			} — 1		Otto Simon- Carves 1954	R	—	25	545
	Union Chimique Belge	Zandvoorde	{ — 1		U.C.B. 1930	C	—	28	500
			{ — 1		U.C.B. 1938	C	—	14	216
			{ — 1		U.C.B. 1940	C	—	10	155
Flandre Orientale	Ville de Gand	Gand-Dock	} — 1		U.C.B. 1938	R	—	30	260
			} — 1		U.C.B. 1938	R	—	10	87
	Kuhlmann	Selzaete-Rieme	—	1	Coppée 1948	R	—	29	525
Anvers	Assoc. Mét. pour la fabrication du coke	Willebroek	} — 1		Coppée 1925	R	—	58	} 1.450
			} — 1		Coppée 1954	R	—	38	
	Glaver	Moll	} — 1		U.C.B. 1921	C	—	16	150
			} — 1		U.C.B. 1923	C	—	16	150
Brabant	Cokeries du Brabant	Grimbergen (Pont-Brûlé)	} — 1		Collin 1931	C	34	20	400
			} — 1		U.C.B. 1948	C	—	39	850
	Les Cokeries du Marly	Neder-over- Heembeek	{ — 1		Otto 1932	C	—	30	640
			{ — 1		Otto 1932	C	—	30	640
			{ — 1		U.C.B. 1949	C	—	30	640
	Forges de Clabecq	Vilvorde	{ — 1		U.C.B. 1939	R	—	36	800
			{ — 1		U.C.B. 1952	C	—	20	460
{ — 1				C.G.C.F. 1956	R	—	24	530	

Hainaut	Aciéries et Minières de la Sambre	Monceau-sur-Sambre	{	—	1	U.C.B. 1924	C			
				—	1	U.C.B. 1924	C	8	62	620
				—	1	Otto Simon-Carves 1951	C	—	30	660
	Usines Gustave Boël	La Louvière	{	1	—	U.C.B. 1951	C	42	—	—
				—	1	U.C.B. 1947	C	—	42	725
				—	1	Koppers 1954	C	—	47	800
	Forges de la Providence	Marchienne-au-Pont	}	—	1	Coppée 1950	C	—	52	1.040
				—	1	Koppers 1952	C	—	50	1.000
	Métallurgique Hainaut-Sambre	Montignies-sur-Sambre		—	1	U.C.B. 1948	C	—	52	1.000
	Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle	Marcinelle	}	—	1	Coppée 1939	C	—	30	500
			—	1	Coppée 1943	C	—	34	450	
Carbonisation Centrale	Tertre	{	—	1	U.C.B. 1951	R	—	38	750	
			1	—	U.C.B. 1951	R	38	—	—	
			—	1	U.C.B. 1953	C	—	38	750	
			—	1	U.C.B. 1956	C	—	38	750	
Houillères d'Anderlues	Anderlues	{	—	1	Coppée 1953	C	—	38	750	
			—	1	Coppée 1953	C	—	38	750	
Liège	Cockerill-Ougrée	Seraing Ougrée		—	1	Coppée 1930	R	—	23	500
			{	—	1	U.C.B. 1924	C	—	64	800
				—	1	Coppée 1936	C	—	44	860
				—	1	Coppée 1949	C	—	56	1.100
				—	1	Coppée 1956	C	—	36	760
				—	1	Coppée 1947	R	—	33	625
				—	1	U.C.B. 1950	C	—	39	775
				—	1	Koppers 1951	C	—	24	} 980
		—	1	Koppers 1952	C	—	23			
	Métallurgique d'Espérance-Longdoz	Jemeppe-sur-Meuse	{	—	1	Coppée 1922	R	—	45	320
			—	1	Coppée 1928	R	—	22	200	
			—	1	Coppée 1950	C	—	44	980	
Engrais et Produits Chimiques de la Meuse	Tilleur		1	—	Koppers 1930	R	26	—	—	
Totaux			3	46			148	1.557	27.783	

Sous les initiales U.C.B. figurent également les batteries Piette et Semet-Solvay.

Les techniques ne diffèrent guère d'une installation à l'autre ; pour liant, elles utilisent du brai de houille en proportion variant de 7 à 9 %.

Deux types de produits sont mis sur le marché : les briquettes d'environ 10 kg à usage industriel et les boulets généralement ovoïdes de 20 ou de 40 g et dont la majeure partie est destinée aux usages domestiques.

La production de briquettes est en diminution par suite de la disparition progressive des chaudières à alimentation manuelle (électrification des chemins de fer) ; par contre, la production de boulets a été favorisée, au cours des dernières années, par une pénurie croissante des classés maigres et anthraciteux.

### 2.3. La carbonisation à haute température.

L'industrie de la carbonisation à haute température tient une place particulièrement importante dans l'économie du pays.

Au cours de l'année 1956, l'enfournement dans les cokeries a atteint le chiffre record de 9.418.500 tonnes. Dans ce total, les fournitures en provenance des charbonnages belges intervenaient pour 7.140.000 t, soit 24,2 % de la production charbonnière nationale, le solde étant couvert par l'importation (Amérique et Allemagne principalement).

Au cours de la même année, la production de coke atteignait 7.270.500 tonnes ; 71,5 % de ce total ont été absorbés par la sidérurgie belge, alors que 12,5 % étaient exportés.

Le tableau III donne la situation d'ensemble des cokeries belges au 31 décembre 1956 [3]. Leur répartition géographique est reportée à la figure 7.

Dans cet ensemble, les cokeries annexées aux usines sidérurgiques tiennent une place nettement prépondérante, avec une capacité de production qui représente environ 64 % du total national.

La figure 8 montre l'évolution des tonnages de charbons enfournés en Belgique depuis la première guerre mondiale. Ceux-ci sont étroitement liés à la marche de la sidérurgie et sujets à des fluctuations

conjuncturelles d'assez large amplitude ; on note néanmoins une tendance constante à l'expansion, l'accroissement moyen annuel au cours des 40 dernières années étant de l'ordre de 100.000 tonnes.

Sans entrer dans le détail de l'évolution technologique de l'industrie cokière (qui sera développée au cours des deux visites prévues au programme), nous soulignerons la tendance au remplacement progressif des anciennes batteries chauffées au gaz riche par des batteries Compound qui permettent de libérer une fraction de plus en plus importante du gaz pour la distribution publique et l'alimentation des différents secteurs industriels (tableau IV).

EVOLUTION DE L'INDUSTRIE COKIERE  
EN BELGIQUE

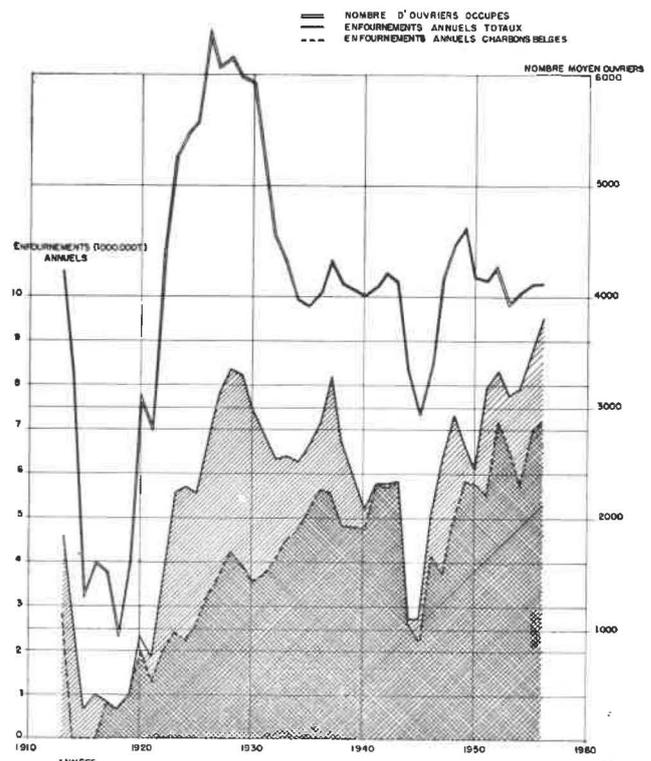
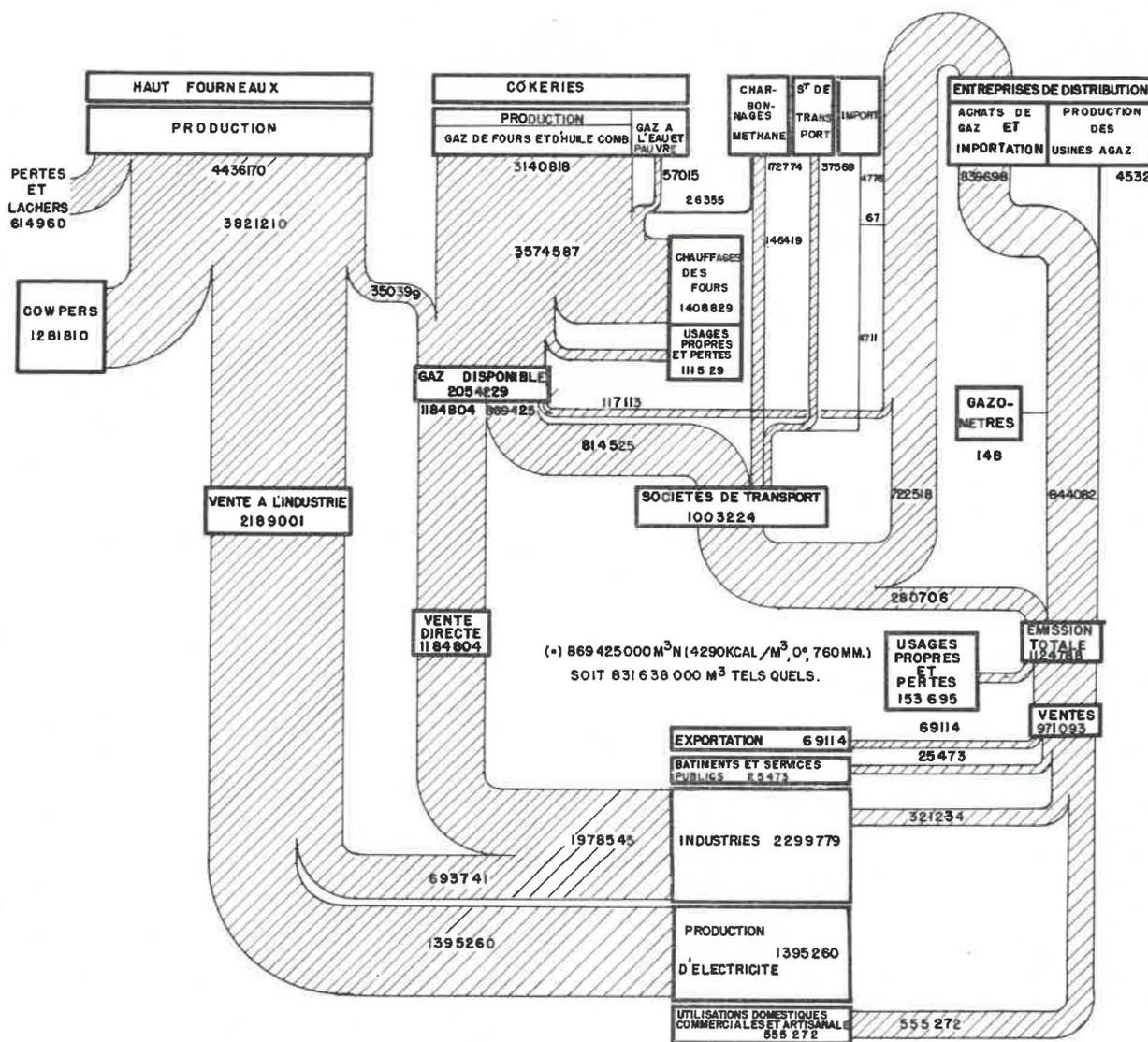


Fig. 8.

TABLEAU IV.

Répartition des fours à coke en fonction de leur mode de chauffage et de leur année de construction.

Epoque de construction	1920-1939		1940-1956		Total	
	Nombre de batteries	Nombre de fours	Nombre de batteries	Nombre de fours	Nombre de batteries	Nombre de fours
Chauffage au gaz riche	11	376	5	149	16	525
Chauffage Compound	15	514	18	666	33	1.180
Total	26	890	23	815	49	1.705
Chauffage Compound en % du total	58	58	78	82	67	69



SCHEMA DE LA PRODUCTION, DU TRANSPORT ET DE LA DISTRIBUTION DU GAZ EN BELGIQUE ANNEE 1956  
En milliers de m<sup>3</sup> à 4250 kcal/m<sup>3</sup>

Fig. 9.

**2.4. L'industrie du gaz.**

L'industrie belge de production et de distribution du gaz est dans une très large mesure liée à la sidérurgie et à l'industrie cokière.

La figure 9 donne une idée d'ensemble de la production gazière et de sa répartition entre les différents utilisateurs [4].

La quantité de gaz riche disponible à la sortie des cokeries, compte tenu des besoins du chauffage et des gaz « reçus » des gazogènes ou des hauts fourneaux, atteint 2.054 millions Nm<sup>3</sup>. Elle se répartit entre les secteurs suivants :

**Distribution**

- publique : 869,4 millions de Nm<sup>3</sup> ou 42,4 %
- Sidérurgie : 682,2 millions de Nm<sup>3</sup> ou 33,2 %
- Synthèse : 413,5 millions de Nm<sup>3</sup> ou 20,1 %
- Autres industries : 89 millions de Nm<sup>3</sup> ou 4,3 %

Ces fournitures ont considérablement progressé au cours des dernières années, les coefficients d'augmentation par rapport à l'année 1950 étant respectivement de :

- 26,6 % pour la distribution publique
- 76,1 % pour la sidérurgie
- 45,9 % pour la synthèse
- et 55,2 % pour les autres industries [5].

Dans le domaine du transport et de la distribution, les dernières années ont été marquées par le développement des réseaux à haute pression reliant les centres urbains aux cokeries et assurant l'interconnexion du réseau belge avec les réseaux étrangers.

A l'heure actuelle, sur 20 cokeries existant en Belgique, 14 sont reliées au réseau de distribution

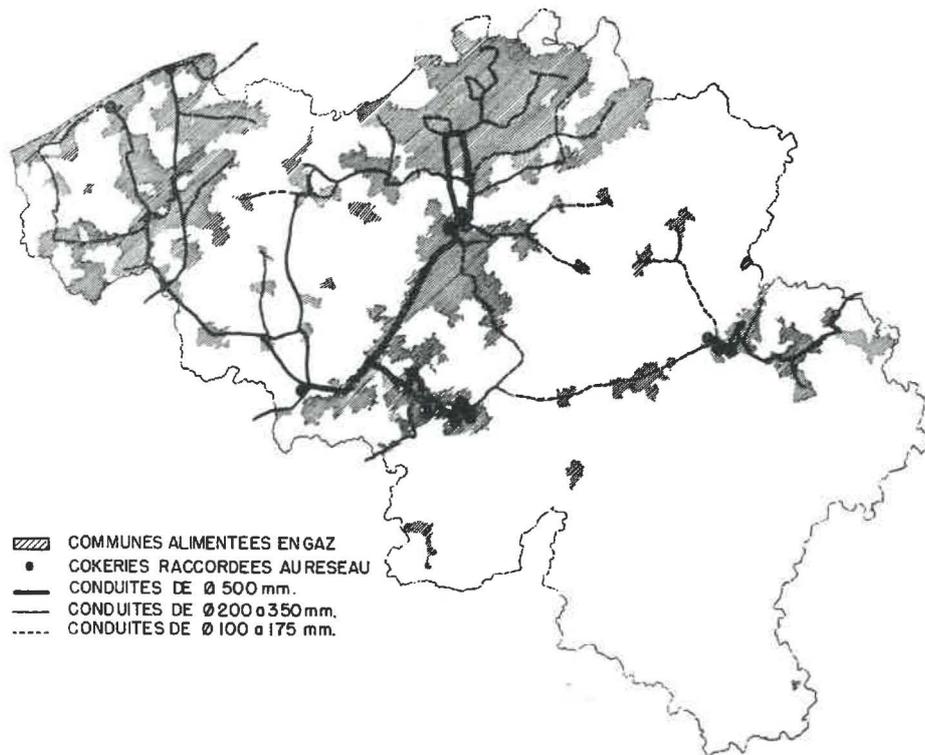


Fig. 10.

et leur capacité atteint 87 % de la capacité d'approvisionnement de l'ensemble du pays. La figure 10 montre la disposition actuelle du réseau à haute pression, ainsi que l'étendue couverte par les réseaux de distribution domestique.

Le développement du réseau de transport a eu pour conséquence la disparition progressive des petites usines à gaz dont la production annuelle est tombée à 4.500.000 m<sup>3</sup>, soit moins de 1/2 % de la quantité totale distribuée.

La figure 11 montre la tendance de la distribution publique du gaz en Belgique. Compte tenu de l'allure générale de ce diagramme, il est permis de

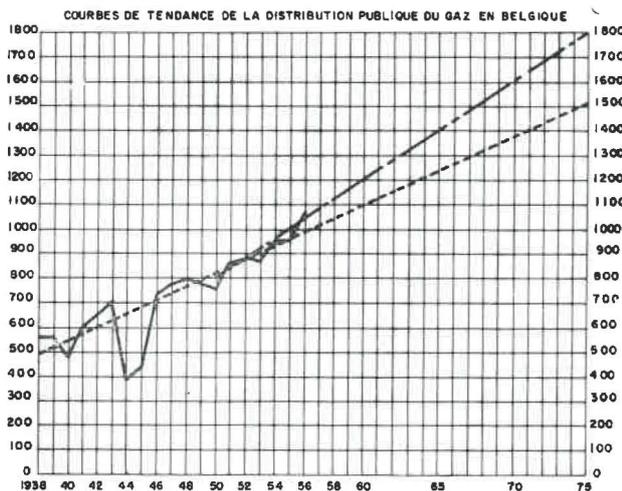


Fig. 11.

penser que le total distribué augmentera de 30 à 40 % au cours des dix années à venir [5].

**2.5. Valorisation du grisou capté dans les charbonnages.**

L'extension prise par les installations de captage du grisou dans les charbonnages belges a encouragé les sociétés de transport et de distribution de gaz à créer un réseau spécial pour récolter le grisou capté.

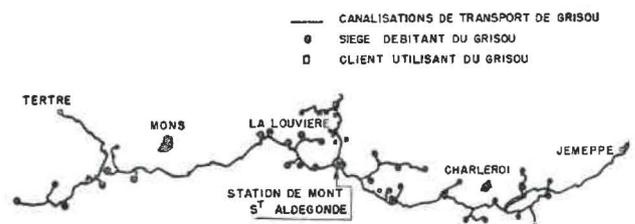


Fig. 12

Ce réseau (fig. 12) dont les premiers éléments ont été installés dès 1950 n'a cessé de se développer. A l'heure actuelle, il constitue un ensemble unifié qui s'étend d'un bout à l'autre des bassins houillers de Charleroi, du Centre et du Borinage ; 32 sièges d'exploitation y sont raccordés, soit la presque totalité des sièges grisouteux du sud du pays. L'importance des livraisons croît d'année en année (tableau V) [4].

TABLEAU V.

Evolution des fournitures de grisou en provenance des charbonnages.

Années	Utilisations industrielles directes	Fourniture à la distribution publique	
	(en millions de m <sup>3</sup> à 4.250 kcal)	(en millions de m <sup>3</sup> à 4.250 kcal)	(en % du total distribué)
1950	12,8	15,0	2,0
1951	14,9	45,1	5,4
1952	14,4	79,9	9,1
1953	13,4	100,9	11,6
1954	14,2	96,9	10,4
1955	22,4	113,8	11,8
1956	26,4	146,4	13,9

La majeure partie du grisou est acheminée vers la station de cracking de Mont-Ste-Aldegonde dont l'emplacement correspond sensiblement au centre de gravité du réseau ; le restant est distribué tel quel à différents utilisateurs industriels au nombre desquels figurent les deux usines chimiques de Tertre et de Jemeppe-sur-Sambre.

Le gaz récolté est du méthane presque pur dilué d'une petite quantité d'air (environ 20 % du total), son pouvoir calorifique est de l'ordre de 7.500 kcal/m<sup>3</sup> et sa densité moyenne de 0,65.

Les deux types de traitement sont appliqués à la station de Mont-Ste-Aldegonde, qui comporte quatre fours de cracking à l'air et deux fours de conversion à la vapeur (procédé Gas Machinery Cy). La quantité de grisou traitée journalièrement est de l'ordre de 250.000 m<sup>3</sup>. La production journalière de l'installation dépasse 1 million de m<sup>3</sup>, soit 640.000 m<sup>3</sup> par le procédé de cracking autothermique, 120.000 m<sup>3</sup> par le procédé à la vapeur et le restant en gaz riches livrés tels quels à la consommation [7].

Durant l'hiver, la station de Mont-Ste-Aldegonde joue un rôle régulateur particulièrement important : en période de forte demande, tout le grisou reçu est converti en gaz à faible pouvoir calorifique, ce dernier étant reconstitué en gaz de ville par mélange avec du gaz de pétrole liquéfié (butane ou propane).

## 2.6. La gazéification intégrale.

Le rôle joué par la gazéification intégrale des combustibles solides, dans l'ensemble de l'industrie gazière belge, n'a jamais été particulièrement important, en raison de l'abondance relative des gaz de hauts fourneaux et de fours à coke.

Au cours des dernières années, on note un déclin rapide de la production de gaz de gazogène dans les cokeries et les usines à gaz (tableau VI).

TABLEAU VI.

Gaz de gazogène produit dans les cokeries et usines à gaz (millions de m<sup>3</sup> à 4.250 kcal).

Années	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
<b>Cokeries</b>							
Gaz à l'eau	60	30	19	23	43	39	24
Gaz pauvre	273	150	79	70	112	56	33
<b>Usines à gaz</b>							
Gaz à l'eau	13,9	1,2	0,7	0,8	1,9	0,2	1,1
Gaz pauvre	0,7	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3
<b>Total</b>	347,6	181,6	99,1	94,3	157,3	95,5	58,4
<b>Total (en % de la distribution publique)</b>	45,8	21,6	11,3	10,9	16,9	9,9	5,5

Pour ramener ses caractéristiques à celles du gaz de ville (4.250 kcal/Nm<sup>3</sup> et une densité maximum inférieure à 0,5), le grisou doit être mélangé à un gaz à bas pouvoir calorifique riche en hydrogène.

Ce gaz de dilution est obtenu à partir du grisou lui-même par « cracking à l'air » ou par « conversion à la vapeur », les deux opérations étant réalisées en présence de catalyseurs appropriés [6].

Cette évolution est justifiée par différents facteurs :

- l'utilisation plus poussée du gaz de hauts fourneaux, rendue possible par le raccordement au réseau d'un plus grand nombre de cokeries sidérurgiques ;
- la souplesse accrue obtenue par la création de la station de cracking de Mont-Ste-Aldegonde ;

— le recours de plus en plus généralisé au cracking de gaz de pétrole pour la couverture des pointes hivernales.

En marge de l'industrie gazière, la gazéification intégrale des combustibles continue à être utilisée dans bon nombre d'installations métallurgiques. Toutefois, il ne s'agit plus ici d'une industrie de valorisation de la houille mais d'un moyen particulier de consommation, les gazogènes étant partie intégrante des usines et le gaz obtenu étant consommé sur le lieu même de sa production.

**2.7. La carbonisation à basse température.**

Aucune installation industrielle de carbonisation à basse température n'est actuellement en service en Belgique.

Quelques tentatives de développement industriel ont été faites avant la dernière guerre mondiale, mais elles sont restées sans lendemain.

Une société belge vient d'obtenir un crédit gouvernemental de 10 millions FB pour la construction d'un four d'essai suivant le procédé Probeldhom.

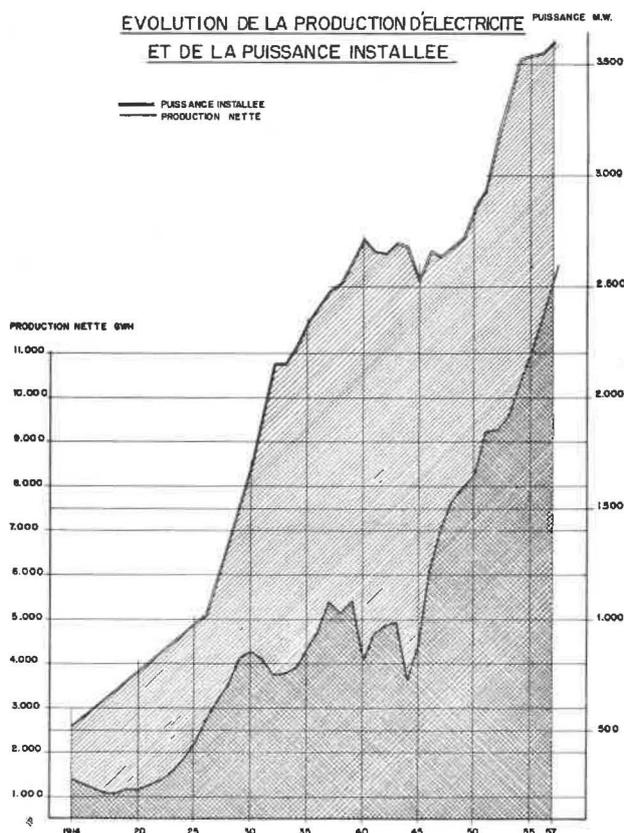
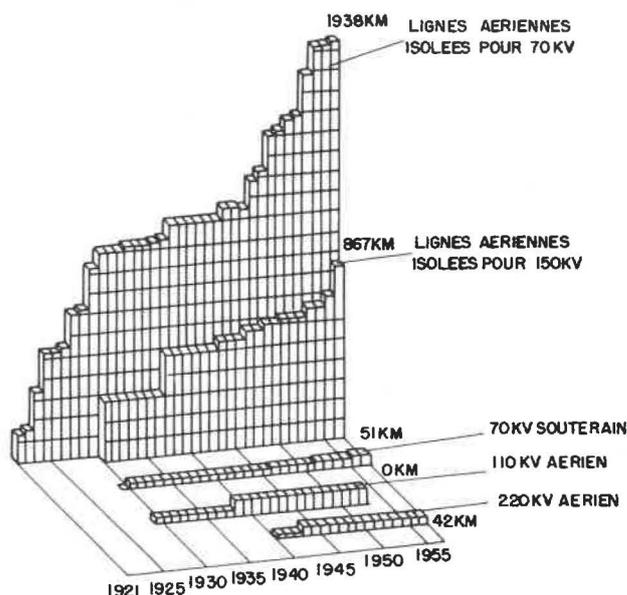


Fig. 15,

**2.8. La production d'énergie électrique.**

L'industrie de l'électricité est, parmi les industries belges, l'une de celles qui connaît le développement le plus rapide et le plus continu (fig. 13) [8].



**EVOLUTION DU RESEAU D'INTERCONNECTION**

Fig. 14.

Notre pays étant à peu près dépourvu de chutes d'eau, la production d'électricité est dans sa presque totalité assurée par les centrales thermiques. Celles-ci jouent un rôle de tout premier plan dans la valorisation des bas-produits de l'industrie charbonnière et dans l'utilisation des gaz de hauts fourneaux.

La rapidité de l'expansion de la production d'électricité, dans un pays où la production charbonnière est à peu près stationnaire, entraîne des difficultés d'approvisionnement en temps de haute conjoncture.

Néanmoins, on a toujours su réaliser les adaptations nécessaires et trouver les solutions les mieux adaptées à la situation générale de l'industrie belge.

L'évolution des vingt dernières années est marquée, en tout premier lieu, par le développement rapide du réseau d'interconnexion des centrales et par une tendance continue vers une concentration des moyens de production, qui seule permet la mise en œuvre d'unités à très haut rendement (fig. 14) [9].

Le tableau VII donne la répartition actuelle des centrales en fonction des puissances installées.

TABLEAU VII.  
Répartition des centrales suivant les puissances installées (1-1-57).

Nombre de centrales	Catégorie en MW	Puissance installée		Production 1956	
		en MW	% du total	en GWh	en % du total
59	0,1 à 1	24,7	0,7	58,5	0,3
32	1 à 2	49,7	1,4	56,5	0,5
23	2 à 5	73,9	2,1	128,7	1,1
20	5 à 10	147,4	4,1	281,1	2,4
13	10 à 20	181,8	5,0	525,9	4,4
24	20 à 50	858,9	23,8	2.868,3	24,2
13	50 à 100	939,5	26,1	3.394,8	28,6
6	100 à 200	869,4	24,1	3.053,8	25,8
2	plus de 200	458,0	12,7	1.499,4	12,7
192	Ensemble	3.603,3	100,0	11.847,0	100,0

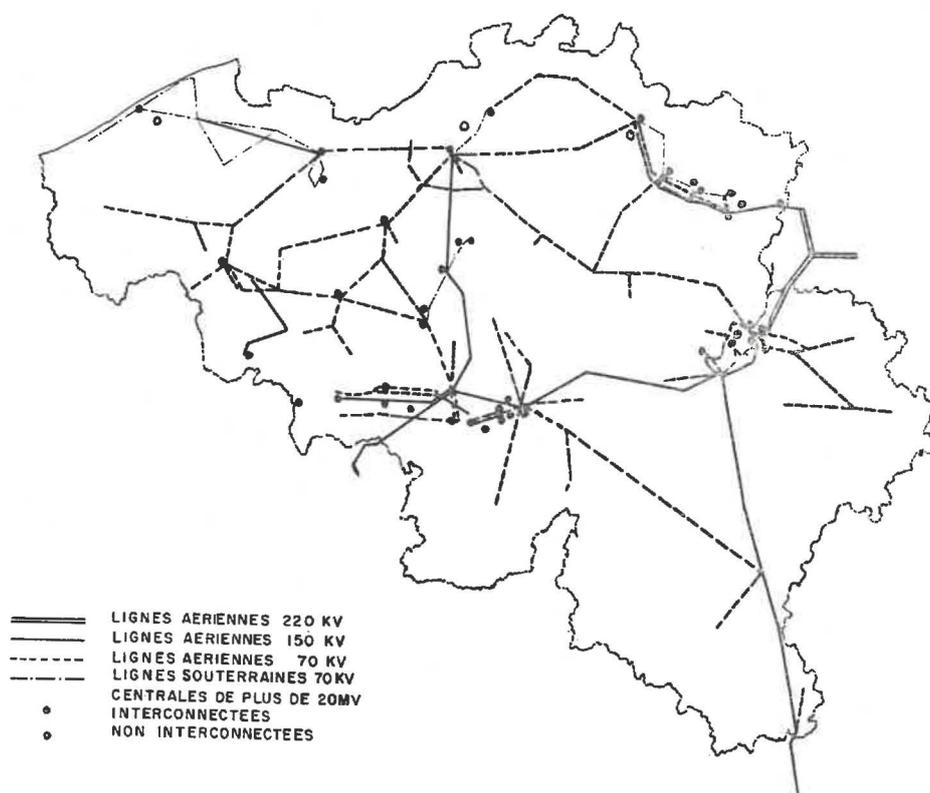


Fig. 15.

TABLEAU VIII.  
Evolution du pouvoir calorifique inférieur moyen des combustibles consommés dans les centrales électriques.

kcal par kg de charbon

Année de référence	1939	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
P.C.I. Moyen : non compris les centrales des autoproducteurs	6113	6029	5889	5602	5428	5143	5134	5018	4646	4430
Y compris les centrales des autoproducteurs (*)	(**)	(**)	(**)	5719	5603	5395	5357	5236	4971	4793

(\*) estimations

(\*\*) chiffres non disponibles

45 centrales de plus de 20.000 kW groupent plus de 88 % du total et assurent 91 % de la production nationale.

La figure 15 indique la répartition géographique de ces centrales, ainsi que les principales lignes à haute tension qui assurent leur interconnexion.

Le second trait caractéristique de l'évolution de l'industrie de la production d'électricité est son adaptation à l'utilisation de plus en plus poussée des mixtes et des bas-produits de la préparation mécanique des charbons (tableau VIII) [9].

Une importante fraction des moyens de production d'électricité est installée aux charbonnages mêmes (37,9 % de la capacité totale du pays), ce qui réduit au minimum les frais de transport des mixtes et des poussières de faible valeur.

TABLEAU IX.

Répartition de la production nette suivant le type de centrale et la nature du combustible.

Années	Production totale GWh	Répartition en % de la production totale			
		Centrales thermiques			Centrales hydrauliques
		Charbon	Gaz de H.F.	Dérivés du pétrole	
1948	7.686	85,5	13,6	0,1	0,8
1949	7.948	88,1	11,2	0,1	0,5
1950	8.268	88,0	11,0	0,2	0,8
1951	9.250	86,2	12,0	1,1	0,7
1952	9.260	86,1	12,5	0,6	0,8
1953	9.586	84,2	12,8	2,1	0,9
1954	10.339	83,2	12,0	3,2	1,6
1955	10.949	83,1	12,4	3,5	1,2
1956	11.847	78,6	12,3	7,5	1,6
1957	12.611	74,9	12,7	11,0	1,4

Durant les toutes dernières années, l'industrie de l'électricité a cherché de nouvelles sources d'approvisionnement en combustible. Cette tendance est concrétisée au tableau IX qui met en évidence l'intervention progressive des produits pétroliers dans l'alimentation des centrales [8].

Signalons pour terminer qu'une première centrale nucléaire pilote de 11,5 MW est en cours de construction à Moll et que sa mise en service est prévue pour 1959. Une seconde centrale de 150 MW est à l'étude dans un programme d'équipement nucléaire portant sur une puissance de l'ordre de 540 MW à mettre en service durant la période 1962-1967 [10].

## 2.9. Les valorisations chimiques de la houille.

L'industrie chimique occupe en Belgique une place importante et connaît, depuis quelques années, un mouvement d'expansion caractérisé. En prenant pour référence l'année 1938, l'indice de la production chimique pour l'année 1955 atteignait 238 en Belgique contre 208, 187 et 195 dans les pays contigus [11].

Dans le domaine particulier de la carbochimie, la situation est cependant moins favorable et, dans certains secteurs, le recul est sensible par suite de l'intervention croissante des produits pétroliers.

La valorisation directe de la houille par hydrogénation n'a jamais été tentée en Belgique en raison de circonstances économiques défavorables. Il faut noter au surplus que le gisement belge ne comporte ni lignite ni charbon peu évolués propices à l'application du procédé.

La gazéification intégrale n'ayant elle-même qu'une importance secondaire, ce sont les gaz et les sous-produits de la cokéfaction qui forment la base de la carbochimie.

A cette source traditionnelle est venu s'ajouter depuis quelques années le grisou capté dans les charbonnages du Sud du pays.

TABLEAU X.

Evolution de la production belge d'engrais azotés.

Années	Ammoniaque de synthèse et dérivés		Sulfate d'ammoniaque de récupération (1.000 t N)	Production (1.000 t marchandise)	Engrais composés		
	N primaire (1.000 t N)	N engrais (1.000 t N)			Teneur en :		
					Azote (1.000 t)	Potasse (1.000 t)	Acide phosphorique (1.000 t)
1951	191	179	15,8	74	3,7	9,8	6,9
1952	189	176	16,1	88	4,4	11,1	8,3
1953	182	165	15,8	92	4,1	11,8	8,0
1954	224	207	15,5	130	7,5	16,5	12,9
1955	209	196	15,5	130	7,0	17,4	12,1
1956	236	225	16,6	159	10,6	22,1	13,6
1957	234	206	17,0	157	11,9	22,2	15,0

Au premier rang des valorisations chimiques figure la fabrication des engrais azotés. Le tableau X donne une idée de l'évolution dans ce domaine [12]; à côté d'une production à peu près stationnaire de sulfate ammonique de récupération, on note l'augmentation continue des dérivés de la synthèse de l'ammoniaque et l'accroissement très rapide de la production d'engrais composés. On appréciera mieux la position atteinte par la Belgique dans ce domaine, si l'on note que la production d'engrais azotés correspond actuellement à 272 kg d'azote par tête d'habitant contre 135 kg en Allemagne occidentale, 99 kg aux U.S.A. et 60 en Grande-Bretagne.

Dans le domaine de la chimie organique, la valorisation du gaz et du goudron de cokerie a conduit au développement de la chimie de l'éthylène, du naphthalène et de l'anthracène et de leurs innombrables dérivés qui vont des fibres synthétiques aux colorants en passant par les solvants, les antigels et les tensio-actifs.

La valorisation du benzol n'a pas été très poussée en Belgique, la dispersion de la production entre un grand nombre d'installations de carbonisation d'importance moyenne constituant un sérieux obstacle au développement des installations de raffinage et de traitement.

La synthèse du méthanol, qui avait été développée peu avant la dernière guerre, n'est plus appliquée actuellement en raison de circonstances économiques défavorables.

Par contre, l'utilisation du grisou capté dans les charbonnages a permis de démarrer de nouvelles fabrications dans le domaine des dérivés chlorés du méthane [13].

### 3. Les recherches en matière de valorisation des charbons.

Dans les chapitres précédents, nous nous sommes efforcés de faire le point de l'état actuel de la production charbonnière belge et des tendances générales des principales industries de valorisation de la houille.

On peut résumer très brièvement cet exposé en soulignant qu'en regard d'une industrie charbonnière dont la production est restée sensiblement stationnaire au cours des deux dernières décades, la Belgique a développé une série d'industries de valorisation de la houille qui toutes ont une très nette tendance à l'expansion.

Ceci montre le caractère sans doute temporaire de la crise actuelle. Il est probable que la Belgique restera en temps normal un pays à production charbonnière déficitaire et il convient de chercher à y maintenir une capacité de production en rapport avec la consommation intérieure prévue pour les années à venir.

Cette tendance fondamentale de notre économie charbonnière doit également servir de guide pour

l'orientation des recherches en matière de valorisation de la houille. Le but à atteindre n'est pas de trouver de nouveaux débouchés pour un produit existant sur le marché en quantités excédentaires, mais plutôt de rechercher les formes de valorisation les plus rentables, pour une matière première qui, en dépit de ses frais de production relativement élevés, reste l'une de nos principales richesses nationales.

La préparation mécanique des charbons doit s'adapter à l'augmentation progressive des teneurs en humidité et en stériles du charbon brut, qui sont la rançon de la mécanisation et de l'extension de la lutte contre les poussières.

Elle doit également tenir compte de l'évolution du marché.

Les études récentes effectuées en vue de chiffrer l'influence de la teneur en cendres du coke sur les frais de fonctionnement des hauts fourneaux semblent prouver que la préparation de fines à coke à faible teneur en cendres serait économiquement intéressante pour le charbonnier et pour le métallurgiste.

Les progrès récents réalisés par les techniques du lavage en milieu dense permettent d'envisager une telle évolution. Celle-ci aurait pour conséquence indirecte de libérer une plus importante quantité de mixtes dont l'écoulement paraît assuré, compte tenu de la demande croissante des centrales électriques.

La préparation de charbons à teneur en cendres particulièrement basse pourrait également s'avérer intéressante dans le domaine des charbons flam-bants, si l'on envisage de les utiliser comme matière première pour la production de combustibles domestiques de remplacement obtenus par semi-carbonisation.

Dans le domaine de l'agglomération, le succès croissant remporté par les boulets au brai ne doit pas faire perdre de vue qu'il s'agit là d'un combustible imparfait, en raison des fumées qu'il dégage lors de sa combustion. On peut prévoir pour les années à venir une tendance vers la production d'agglomérés non fumeux dont le prix de vente pourrait être sensiblement plus élevé.

De toute évidence, la carbonisation à haute température restera pendant longtemps encore la voie la plus importante vers une valorisation poussée de la houille.

Les réserves en charbons gras aisément cokéfiables n'étant pas illimitées, il serait hautement souhaitable que les techniques de préparation des charges évoluent en vue d'étendre la gamme des charbons à coke aussi largement que possible vers les demi-gras et vers les flam-bants. Les résultats remarquables qui ont été atteints dans ce domaine, à l'étranger, ouvrent de nouvelles perspectives et témoignent de l'efficacité de recherches appliquées menées avec méthode et persévérance.

En marge des techniques classiques de cokéfaction, le développement des recherches en matière de carbonisation fluidisée, mérite de retenir l'attention. La demande de fines de coke s'est, en effet, considérablement amplifiée au cours des dernières années en raison de l'extension prise par l'agglomération des minerais dans l'industrie sidérurgique. La carbonisation fluidisée pourrait également jouer un rôle important dans le développement de l'industrie gazière en fournissant un gaz pauvre susceptible d'être utilisé pour le chauffage des fours à coke ou encore par la production directe de gaz riche.

La gazéification intégrale de la houille continue à faire l'objet de recherches en différents pays. Il semble cependant que cette voie ne soit pas actuellement rentable en Belgique.

Le cracking du grisou capté dans les charbonnages constitue par contre une valorisation particulièrement intéressante, qu'il soit appliqué en vue de la production de gaz de ville ou pour l'obtention d'un gaz de synthèse destiné à l'industrie chimique. Dans ce domaine, on n'a pas encore atteint la limite des possibilités et on peut souhaiter qu'une extension du réseau permette une valorisation plus rationnelle du grisou capté dans le gisement de Campine.

Les tentatives faites en Belgique peu avant la dernière guerre mondiale, en vue de créer une industrie de carbonisation de la houille à basse température, se sont avérées peu rentables. Il semble cependant que ce problème puisse être abordé à nouveau avec de meilleures chances de succès, pour autant que la technique adoptée soit résolument orientée vers la production d'un combustible solide de haute qualité bien adapté aux usages domestiques.

Ceci permettrait de remédier à l'épuisement progressif des gisements de charbons maigres et anthraciteux et d'assurer de nouveaux marchés aux demi-gras et aux flambants dont les réserves sont relativement importantes. Toutefois, la réalisation de ce programme demande certaines mises au point: le pouvoir agglutinant des charbons que l'on se propose d'utiliser est généralement trop faible pour que l'on puisse obtenir un semi-coke en vrac de résistance convenable et trop élevé pour que la carbonisation de charges agglomérées au brai puisse être réalisée sans que les boulets s'agglutinent entre eux.

Dans le domaine de la chimie organique, la valorisation des charbons se heurte actuellement à la concurrence de plus en plus marquée de la pétrochimie. A ce point de vue, la Belgique est nettement défavorisée par le coût élevé de sa production charbonnière et par la trop grande dispersion de ses installations de carbonisation.

La valorisation chimique du grisou se présente de façon plus prometteuse et il est permis de penser

que de nouvelles réalisations verront le jour dans ce domaine.

\* \* \*

En conclusion, je voudrais souligner l'importance primordiale de la recherche dans le domaine de la valorisation de la houille.

En Belgique, cette recherche n'est pas centralisée comme dans certains autres pays. Il est, de ce fait, important de promouvoir le contact entre organismes publics et privés participant aux recherches dans des domaines voisins.

Il est également important de promouvoir le contact avec les spécialistes des autres pays et spécialement des pays voisins.

A cet égard, des réunions comme celle de ce jour sont du plus haut intérêt pour l'industrie charbonnière belge.

Je remercie tous nos hôtes étrangers ici présents, qui nous apportent des lumières et qui nous apportent aussi l'agrément de leur présence.

#### REFERENCES

- [ 1 ] A. VANDENHEUVEL. — Aspects techniques de l'exploitation charbonnière belge en 1956. Annales des Mines de Belgique, août 1957, p. 685/796.
- [ 2 ] J. VENTER et G. BURTON. — La préparation des charbons en Belgique. Communication G 6 - Troisième Conférence Internationale sur la Préparation du Charbon, Bruxelles-Liège, 23-28 juin 1958.
- [ 3 ] Rapport du Conseil d'Administration de la Fédération de l'Industrie du Gaz - Exercice social 1956.
- [ 4 ] Le gaz en Europe. — Production, disponibilités, consommation. Publication O.E.C.E. 1958, 152 pages.
- [ 5 ] G. LEBURTON. — L'évolution de l'industrie du gaz en Belgique. Revue Générale du Gaz, mars-avril 1958, p. 43/57.
- [ 6 ] R. de BROUWER. — La valorisation du grisou capté dans les charbonnages de la province du Hainaut. 6<sup>me</sup> Congrès International du Gaz, New York 1955, IGV/14-55, 17 pages.
- [ 7 ] L'évolution de la production du gaz en Belgique. — Revue Générale du Gaz - Numéro spécial Bruxelles Expo 1958, p. 126/130.
- [ 8 ] Ministère des Affaires Economiques. — Statistiques Electricité 1956, 130 pages.
- [ 9 ] La production et la consommation d'électricité en Belgique. — Statistiques 1957 de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité en Belgique (F.P.E.), 97 pages.
- [ 10 ] Rapport du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité en Belgique. Année 1957.
- [ 11 ] Fédération des Industries Chimiques de Belgique. — L'industrie chimique belge - Industrie Chimique Belge, Numéro Spécial de l'Exposition T XXIII 1958, p. 45/52.
- [ 12 ] Ministère des Affaires Economiques. — Bulletin de Statistique, juin 1958, p. 951.
- [ 13 ] P. FERRERO. — Le gaz de houille matière première pour l'industrie chimique. Chimie et Industrie, juin 1953, p. 1033/1042.

## II. — LE PAVILLON DE LA C.E.C.A. A L'EXPOSITION DE BRUXELLES

par A. MEYERS

Président du Groupe Charbon de l'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles.

La Commission internationale de la cokéfaction et de la valorisation des charbons étant une émanation de la C.E.C.A., vous êtes chez vous dans ce pavillon et il m'est particulièrement agréable que nous le parcourions ensemble.

Quelques explications préalables vous indiqueront quelle a été l'idée générale qui a été suivie lors de sa réalisation.

Au centre du bâtiment, se trouve un vaste hall où on attire l'attention du visiteur sur l'importance du charbon et de l'acier dans l'économie du marché et sur la genèse du traité.

Sous forme de photographies ou de dioramas, sont représentées ensuite les principales institutions de la C.E.C.A. : l'Assemblée Commune, le Conseil des Ministres, la Haute Autorité, le Comité Consultatif et la Cour de Justice.

Dans un hall contigu sont développées les interventions de la C.E.C.A. au point de vue social, bien-être des ouvriers, constructions de cités ouvrières, et sécurité.

L'aile droite du bâtiment est consacrée à la section de l'utilisation du charbon (électricité, gaz, transport, dérivés, etc...) et à l'avenir du charbon ; tandis que l'aile gauche est réservée à l'utilisation de l'acier, matière rentrant dans la plupart des fabrications, et à l'avenir de l'acier, en particulier par l'extension de l'emploi des aciers spéciaux.

Au centre du bâtiment, à l'étage, vous pourrez voir un stand réservé aux études et essais les plus récents, faits dans les instituts nationaux de l'industrie charbonnière de France, de Belgique et de Hollande.

Une mine moderne a été montée dans le sous-sol et attire particulièrement les visiteurs, ainsi qu'une maquette représentant à l'échelle 1/30 un vaste complexe, charbonnage, minière et centre métallurgique.

Après ce court schéma, je vous invite à visiter le pavillon, qui vous laissera certainement l'impression de l'effort qui a été fait pour initier le public à l'idée de l'importance de la formation de la Communauté Européenne.

## III. — VISITE DE LA COKERIE DE SERAING DE LA S. A. COCKERILL-OUGREE

A leur arrivée, les participants ont été accueillis par M. PIRE, Directeur de l'Usine d'Ougrée-Seraing, de la S.A. Cockerill-Ougrée, qui leur a souhaité la bienvenue et leur a présenté un exposé introductif précisant l'importance des Usines Cockerill-Ougrée dans l'industrie sidérurgique belge et dans le cadre plus général de la C.E.C.A. Les membres de la Commission ont ensuite visité les installations de la cokerie de Seraing, sous la conduite de M. BENOIT, Directeur de la cokerie.

L'ensemble des usines de la S.A. Cockerill-Ougrée occupe actuellement 40.000 personnes et leur production annuelle atteint 2 millions de tonnes de fer, l'usine d'Ougrée-Seraing intervenant à elle seule pour les trois-quarts de ce total. Cette usine comporte 2 cokeries et 14 hauts-fourneaux, dont les diamètres de creuset s'échelonnent entre 3,50 m et 6,50 m. Les trois-quarts de sa production

sont convertis en acier Thomas, le restant se répartissant entre les fours Martin et les fours électriques.

La cokerie de Seraing est installée au bord de la Meuse.

L'arrivage des charbons se fait par eau et par fer. Des péniches sont déchargées au moyen de deux grues d'une capacité horaire de 60 t chacune et les wagons par une grue de même capacité. Le charbon est acheminé par bande vers un groupe de 28 silos (20 de  $\pm 850$  t et 8 de  $\pm 400$  t) d'une capacité totale de 20.000 t. Il est soutiré de ceux-ci par des racleuses (50 à 120 t/h) et des soles doseuses (0 à 30 t/h). Le mélange constitué au départ des silos (400 t/h) passe à la station de broyage comportant 2 broyeurs à marteaux Fraser et Chalmers (vitesse constante 960 tours/min, 200 t/h par broyeur) ; la finesse de mouture obtenue est habituellement de  $\pm 87$  % de passé au tamis de 2 mm.

Le charbon broyé est transporté par bandes dans les 3 accumulateurs des batteries de fours, dont les contenances sont de 1.100 t, 1.800 t et 2.200 t.

Les caractéristiques principales des batteries de fours à coke sont données au tableau I.

e) 2 dégoudronneurs électrostatiques « Oski », en parallèle, situés au refoulement des extracteurs, fonctionnant sous 35 à 40.000 V. Teneur en goudron du gaz dégoudronné  $\pm 10 \text{ mg/m}^3$  ;

TABLEAU I.

Constructeur	Année de mise en service	Nombre de fours	Dimensions chambres			Temps de cuisson	Chauffage
			Longueur	Largeur	Hauteur		
<i>Solvay-Piette</i>	1924	64	11,5	0,45	3,30 m	24 h	gaz F à C
<i>Coppée I</i>	1937	44	13,5	0,45	4 m	20/22	gaz F à C
Underjet							id. + résiduaire id. + résiduaire + gaz H. Fx.
<i>Coppée II</i>	1949	56	13,5	0,45	4 m	18 h	gaz F à C gaz H. Fx.
<i>Coppée III</i>	1956	36	13,5	0,45	4 m	18 h	gaz F à C
Underjet							gaz H. Fx.

La machinerie comporte, pour les batteries Coppée en série, 2 enfourneuses, 2 défourneuses, 3 guide-coke et 2 coke-cars.

Après l'extinction et l'épandage du coke, celui-ci est transporté par bande à la station de criblage comprenant 2 cribles à rouleaux qui séparent les cokes de plus de 40 mm. Ceux-ci sont expédiés par bandes (débit de 100 à 130 t/h) vers les hauts fourneaux. Les cokes plus petits que 40 mm vont à la station de triage pour être classés en différents calibres domestiques.

L'installation de récupération des sous-produits comprend :

a) la décantation du goudron dans 2 décanteurs Coppée rectangulaires avec chaîne racleuse dans le fond pour l'élimination des goudrons durs ;

b) la station de pompage électrique pour l'alimentation de chaque batterie de fours en eau ammoniacale (pompes de 125 m<sup>3</sup>/h), avec des pompes de secours à démarrage automatique (vapeur) en cas d'arrêt des pompes électriques ;

c) la condensation avec 6 Reutters installés en parallèle et constitués chacun de 2 faisceaux verticaux en série, côte à côte, pour le passage d'eau. Les résultats sont habituellement les suivants :

T° entrée gaz  $\pm 85^\circ \text{C}$

T° sortie gaz  $\pm 35^\circ \text{C}$

T° sortie des eaux  $\pm 55^\circ \text{C}$

Perte de charge : 3 à 5 cm C.E. tuyauteries comprises

d) les deux extracteurs de gaz « Rateau » à commande électrique, avec multiplicateur de vitesse, dont un de réserve. Débit de 41.000 m<sup>3</sup>/h de gaz à  $\pm 1.600 \text{ mm C.E.}$  de refoulement ; vitesse de la roue radiale à entrée hélicoïdale de 7.600 tr/min, 475 ch ; teneur en goudron du gaz à la sortie  $\pm 250 \text{ mg/m}^3$  ;

f) la sulfatation Wilputte comprenant 2 laveurs plombés modifiés pour traiter tout le gaz avec un seul appareil ; le lavage du gaz non réchauffé se fait dans l'appareil par 4 pulvérisateurs superposés dans l'axe du laveur ; la perte en NH<sub>3</sub> est de  $\pm 10 \text{ mg/m}^3$ . On a ensuite la cristallisation provoquée par évaporation sous vide partiel, puis séchage des cristaux par filtre sécheur à air chaud ;

g) les deux dénaphthalineurs (dont 1 de réserve) alimentés à l'eau (200 m<sup>3</sup>/h). La répartition de l'eau est assurée par une couche d'anneaux Rashig de 1 m d'épaisseur au sommet de l'appareil ; le séparateur eau-mousse naphthalineuse muni d'une chaîne racleuse en surface pour l'évacuation de la mousse naphthalineuse vers un fondoir ; enfin, la réfrigération naturelle des eaux de lavage dans un réfrigérant Hamon mixte, c'est-à-dire avec pulvérisation et ruissellement sur claies ;

h) le débenzolage Still comportant : 4 laveurs en série suivis d'un séparateur huile-gaz cyclonique ; la répartition d'huile est assurée dans chaque scrubber par 5 tas de claies en bois ; il y a ensuite le préchauffage des huiles benzolées par condensation des vapeurs eau - benzol et par échangeurs calorifiques huile benzolée - huile débenzolée ; puis chauffage de l'huile benzolée dans un four à serpentin chauffé au gaz riche (de 125° à 180°) et distillation dans une colonne de 32 plateaux avec injection de vapeur à la base. La régularisation du recyclage de benzol brut en tête de colonne est assurée par un couple thermo-électrique plongé dans les vapeurs eau-benzol et agissant sur le débit de la pompe à reflux. L'extraction de la naphthaline est prévue au cœur de la colonne ; l'extraction des asphaltes se fait dans une colonne secondaire où une fraction de l'huile débenzolée est distillée jusqu'à résidus, puis recyclée à la base de la colonne principale.

## IV. — QUELQUES ASPECTS PRATIQUES D'UNE ETUDE COMPARATIVE DES HOUILLES BELGES

par L. COPPENS, Dr. Sc.

Chef du laboratoire d'Inichar.

Il y a quelques années, le laboratoire d'Inichar a entrepris une étude comparative des caractéristiques d'utilisation des houilles belges.

Dans ce travail, essentiellement d'ordre pratique, les déterminations sont faites sur des prélèvements effectués par nos soins, dans des couches en exploitation normale. Préalablement aux déterminations, les prélèvements subissent une épuration par flottation en liqueur de densité 1,45, traitement qui abaisse généralement leur charge minérale en dessous de 5 %.

Au stade actuel, l'étude a porté sur 141 prélèvements qui correspondent aux couches exploitées de 20 sièges d'extraction ; ces sièges d'extraction sont assez uniformément répartis sur l'ensemble des bassins belges.

De ce travail de base ont été retenus les compositions élémentaires et les pouvoirs calorifiques [1] [3] [4] [8] [9] [10] [11] [18] [19].

La première partie de l'exposé comporte essentiellement l'établissement de relations statistiques traduisant les variations des différentes grandeurs en fonction, principalement, de l'indice de matières volatiles [1] [2] [16]. Cette première partie a été fortement condensée ici.

La seconde partie de l'exposé montre l'intérêt pratique des diverses relations statistiques obtenues. Elles permettent, entre autres, de déduire directement de l'indice de matières volatiles, la composition élémentaire et le pouvoir calorifique des mélanges commerciaux de houilles belges. Ce procédé de détermination statistique peut être étendu à toutes les grandeurs dépendant exclusivement de la composition élémentaire.

### Première partie.

#### La composition élémentaire et le pouvoir calorifique des houilles belges.

#### Courbes et équations statistiques y relatives.

Avant d'aborder l'étude des variations de grandeurs, une remarque importante doit être faite.

Sauf indications contraires, toutes les grandeurs, qu'il s'agisse des différents teneurs centésimales, du pouvoir calorifique ou de l'indice de matières volatiles, ont été rapportées à la matière organique pure, c'est-à-dire aux combustibles secs et supposés exempts de matières minérales vraies. C'est la seule

base sur laquelle on puisse établir une comparaison valable des divers types de houilles.

Les calculs des résultats ont ainsi demandé la détermination des teneurs en matières minérales vraies, et, dans le cas où les mesures mêmes des grandeurs ont été influencées par les transformations concomitantes des impuretés minérales, une correction adéquate a encore préalablement été apportée aux résultats expérimentaux.

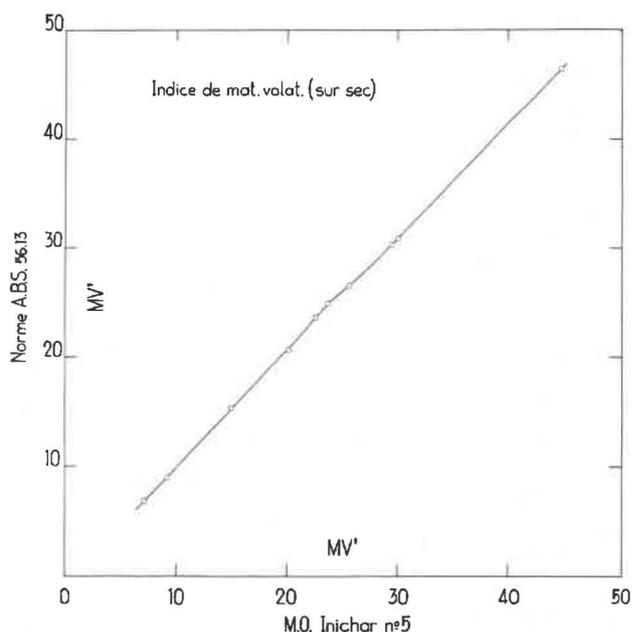


Fig. 1. — Indice de matières volatiles, sur sec : Diagramme de conversion norme A.B.S. 56.13  $\rightleftharpoons$  M.O. Inichar n° 5 [1] [2].

C'est le cas, entre autres, de l'indice de matières volatiles dont la valeur rapportée à la matière organique pure est donnée par la relation

$$MV^p = (MV' - \pi) \times \frac{100}{100 - Ms'} \quad 1$$

Dans celle-ci,  $MV'$  et  $Ms'$  sont respectivement l'indice de matières volatiles et la teneur centésimale en matières minérales vraies du combustible sec. Le terme correctif  $\pi$  exprime, en % du combustible sec également, la perte de poids subie par les impuretés minérales au cours de la carbonisation [4] [5] [6] [7] [20].

\* \* \*

Voici, d'abord, la situation des 141 prélèvements dans le cadre général du diagramme de Seyler (fig. 2) [12] [13] [14] [15].

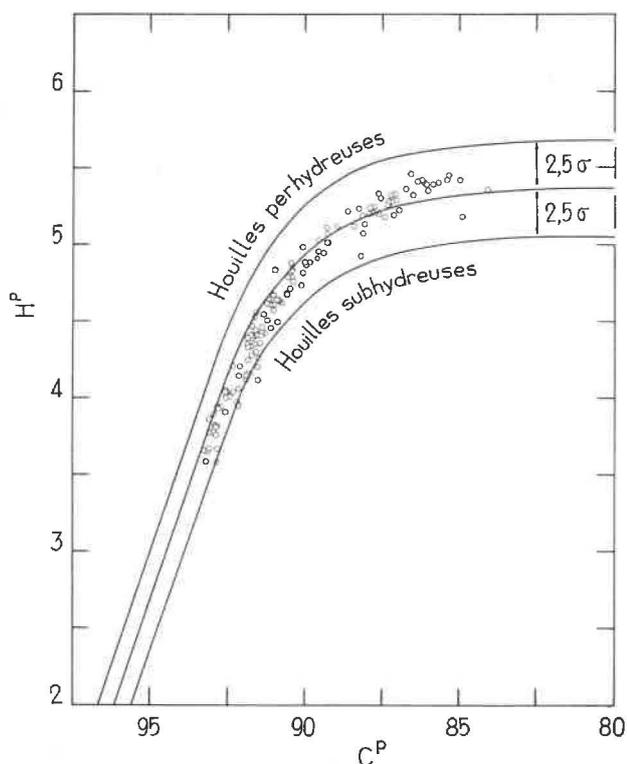


Fig. 2. — Situation des houilles belges dans la bande d'évolution de Seyler [12].

Le diagramme de Seyler a été établi sur la base de la composition élémentaire de houilles d'origines les plus diverses. Tenant compte de l'ensemble des points représentatifs, Seyler a pourvu son diagramme d'une courbe moyenne qu'il a ensuite encadrée de deux courbes enveloppes. Celles-ci ont été tracées en observant, de part et d'autre de la courbe moyenne, une distance égale à deux fois et demie la déviation standard de l'hydrogène par rapport aux valeurs moyennes correspondant aux différents teneurs en carbone ( $\sigma = 0,12$ ).

La bande relativement étroite délimitée par les deux courbes enveloppes est considérée par Seyler comme étant représentative des houilles humiques brillantes de composition normale (1). La figure 2 montre qu'à deux ou trois exceptions près, c'est précisément dans cette bande que se situent les houil-

(1) Seyler considère comme *anormales* les houilles situées en dehors de la bande repère. Elles sont, soit du type perhydreux, soit du type subhydreux. Les premières sont des houilles mates, caractérisées par la présence de nombreuses exines de spores, de matières résineuses et d'autres substances à teneur élevée en hydrogène. Dans les types subhydreux, se retrouvent des houilles mates à teneur élevée en fusain ou autres substances similaires fortement houillifiées. S'y rangent également, des houilles brillantes, oxydées ou altérées, provenant d'aff'eurements ou d'exploitations à ciel ouvert et, encore, des houilles métamorphosées par suite d'intrusions ignées.

les belges que nous avons étudiées jusqu'ici. Ce sont donc des houilles humiques normales au sens de Seyler, avec cette réserve, toutefois, que l'épuration des prélèvements a pu réduire dans une certaine mesure leur teneur en fusain.

On remarquera que la plupart des types peu évolués se situent au-dessus de la courbe moyenne de Seyler; au delà de 90 % de carbone, se produit un glissement net vers le bord inférieur de la bande représentative.

La figure 3 reprend la plage d'évolution des houilles belges, notablement agrandie et munie de la courbe statistique qui lui est propre.

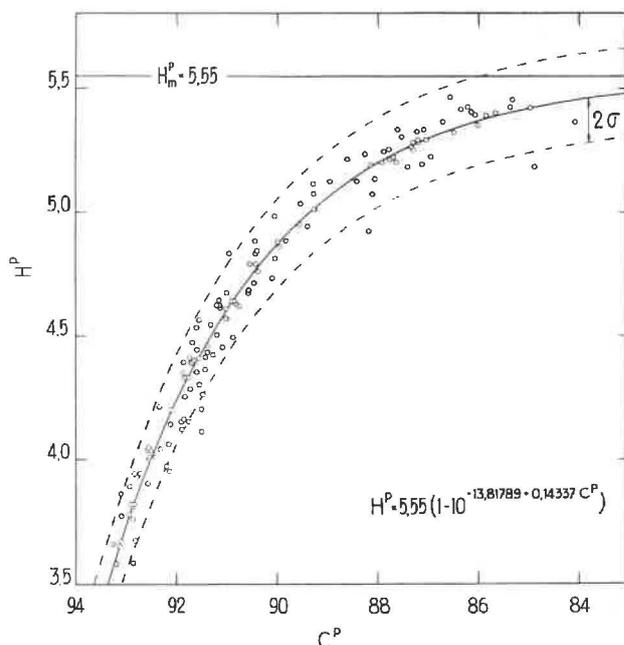


Fig. 3. — Diagramme d'évolution des houilles belges; courbe et équation statistiques.

Cette courbe a été établie par un développement mathématique, relativement simple, donnant successivement la droite statistique :

$$\log(5,55 - H^p) = -13,0736 + 0,14337 C^p \quad 2$$

et la fonction exponentielle :

$$H^p = 5,55 (1 - 10^{-13,81789 + 0,14337 C^p}) \quad 3$$

à laquelle correspond la courbe de la figure 3.

L'intérêt pratique des relations 2 et 3 réside dans le fait qu'elles simplifient le calcul de la relation beaucoup plus complexe par laquelle on exprimera ultérieurement les teneurs en carbone en fonction de l'indice de matières volatiles.

La déviation standard de l'hydrogène par rapport aux valeurs statistiques, n'est que de 0,09. A la figure 3, les deux courbes enveloppes ont été tracées en observant, de part et d'autre de la courbe statistique, une distance égale à deux fois la déviation standard de l'hydrogène, soit 0,18. Dans l'étroite

bande ainsi délimitée, se retrouvent environ 95 % des 141 prélèvements.

Ce faible degré de dispersion se retrouve également au diagramme de la figure 4. Ce diagramme représente les compositions élémentaires détaillées

à travers l'ensemble des points expérimentaux. Ceci fournit en somme la preuve de l'exactitude de l'ensemble des calculs statistiques.

Nous avons calculé les déviations standard des cinq éléments constitutifs. Malgré la forte disper-

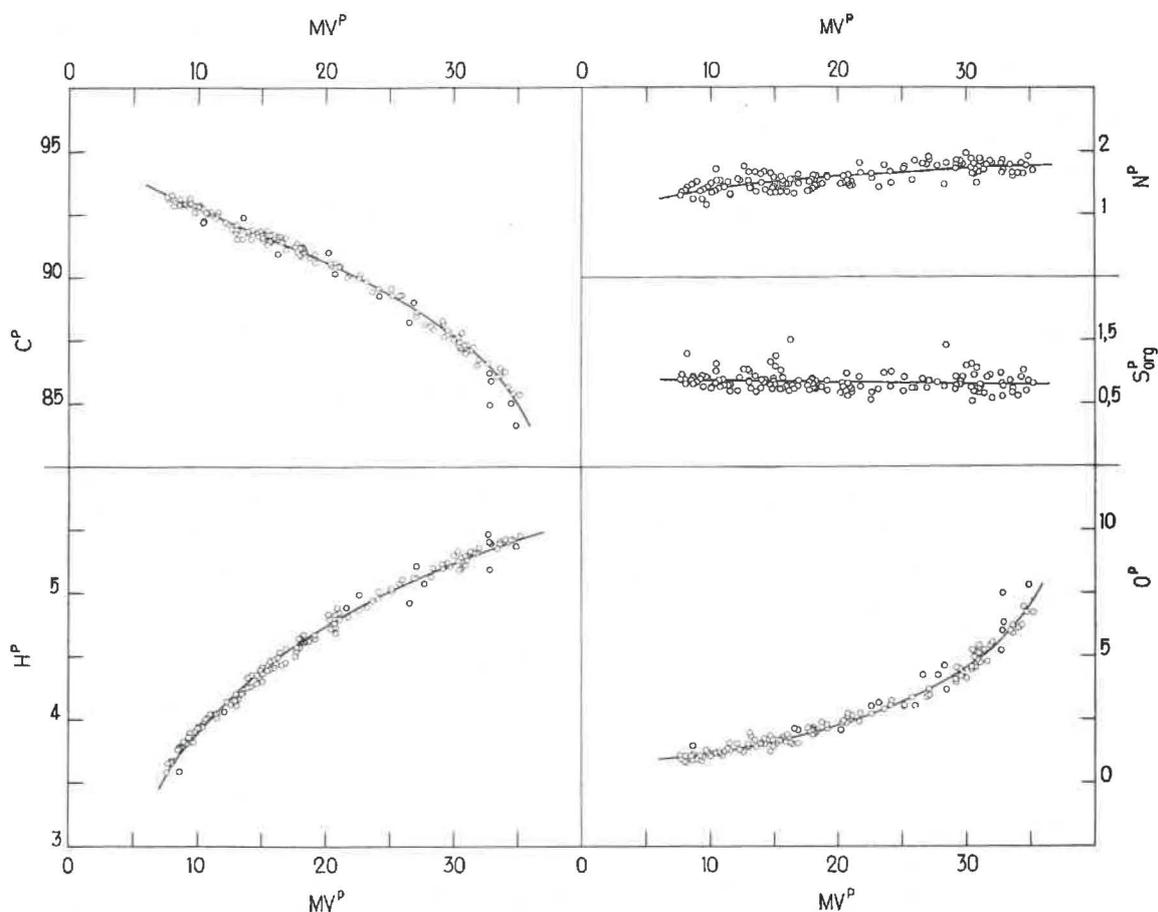


Fig. 4. — Composition élémentaire détaillée des houilles belges en fonction de l'indice de matières volatiles.

des 141 prélèvements, en fonction de l'indice de matières volatiles. Les cinq courbes du diagramme ont été tracées à partir de relations traduisant statistiquement la variation des différentes grandeurs.

$$H^p = 1,084 + 2,8078 \log MV^p \quad 4$$

$$N^p = 0,718 + 0,6762 \log MV^p \quad 5 \quad (2)$$

$$C^p = 91,188 + 6,975 \log (4,46579 - 2,8078 \log MV^p) \quad 6$$

(relation obtenue en combinant 2 et 4)

$$S_{org} = 0,891 - 0,00296 MV^p \quad 7$$

$$O^p = 100 - (C^p + H^p + N^p + S_{org}^p) \quad 8$$

La figure 4 montre que la courbe de l'oxygène ainsi obtenue par différence évolue normalement

(2) Notons qu'une relation similaire a été déduite, à la B.C.U.R.A. de l'examen d'une quarantaine de houilles anglaises [17].

sion des prélèvements dans l'ensemble des bassins belges, ces déviations sont très faibles :

- 0,28 pour le carbone
- 0,05 pour l'hydrogène

- 0,12 pour l'azote
- 0,15 pour le soufre
- et 0,28 pour l'oxygène.

Tout ceci laisse donc entrevoir la possibilité de déterminer statistiquement la composition élémen-

taire des houilles belges, à partir de leur indice de matières volatiles.

\* \* \*

Le diagramme de la figure 5 représente, en fonction de l'indice de matières volatiles également, le pouvoir calorifique supérieur des 141 prélèvements en veine.

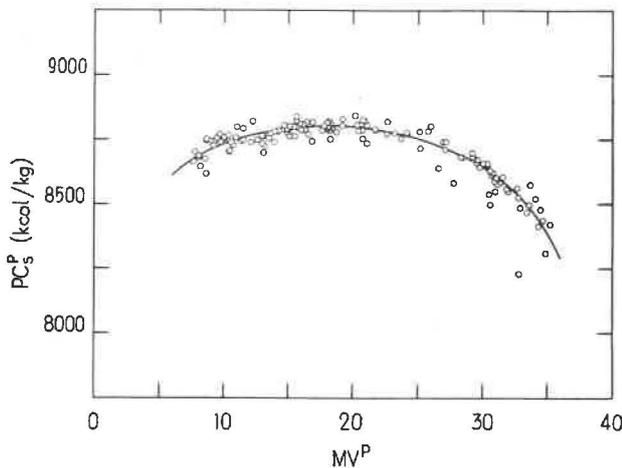


Fig. 5. — Pouvoir calorifique supérieur des houilles belges en fonction de l'indice de matières volatiles.

La courbe moyenne du diagramme correspond à la fonction complexe de la relation 9.

$$PC_s^P \text{ (kcal/kg)} = 7474,5 + 842,2 \log (4,46579 - 2,8078 \log MV^P) + 1077,4 \log MV^P - 0,18 MV^P \quad 9$$

Pour le pouvoir calorifique inférieur, on a obtenu la relation similaire 10.

$$PC_i^P \text{ (kcal/kg)} = 7417,8 + 842,2 \log (4,46579 - 2,8078 \log MV^P) + 930,6 \log MV^P - 0,18 MV^P \quad 10$$

Le diagramme de la figure 6 établit la comparaison des courbes statistiques des deux pouvoirs calorifiques.

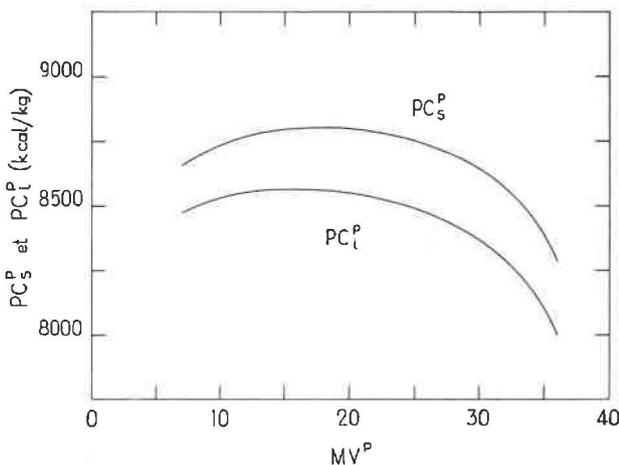


Fig. 6. — Diagramme comparatif des courbes statistiques du pouvoir calorifique inférieur et supérieur des houilles belges en fonction de l'indice de matières volatiles.

La déviation standard du pouvoir calorifique supérieur, calculée pour l'ensemble des 141 prélèvements, est de 43,6 kcal/kg, soit 0,5 % environ. Cette déviation est suffisamment faible pour que la détermination statistique du pouvoir calorifique puisse également être envisagée, a priori du moins.

Deuxième partie.

Quelques applications pratiques des relations statistiques.

Voici maintenant comme première application, la détermination de la composition élémentaire des mélanges commerciaux belges à partir de leur indice de matières volatiles.

Au fait, la méthode implique deux causes d'erreurs, que l'on peut préciser à l'aide d'un exemple hypothétique simple, exemple que nous limiterons au seul cas du carbone (fig. 7).

Soit un mélange binaire, M, constitué à parts égales de la matière organique pure de deux couches, A et B. On supposera que les indices de matières volatiles des deux constituants soient 8 et 35 respectivement et que leurs compositions élémentaires soient précisément les compositions statistiques correspondant aux deux indices.

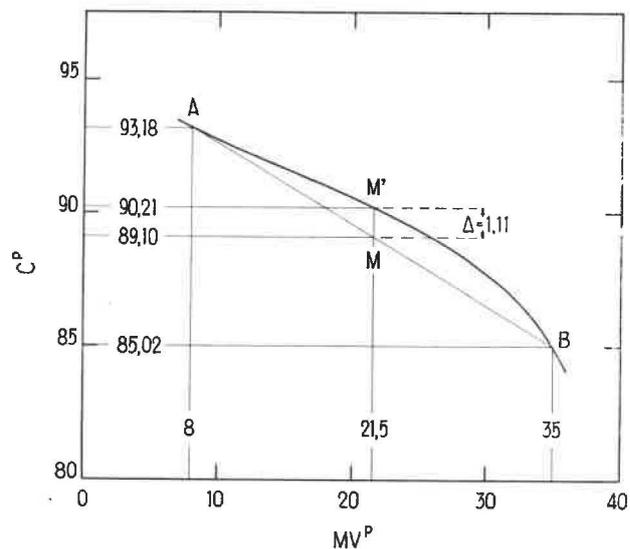


Fig. 7. — Schéma de principe d'une détermination statistique de la teneur en carbone d'un mélange.

Dans ces conditions, les teneurs en carbone des deux constituants seront de 93,18 et 85,02 % respectivement ; la teneur en carbone du mélange sera de 89,10 %.

$$C_M^p = (C_A^p + C_B^p) \frac{1}{2} =$$

$$(93,18 + 85,02) \frac{1}{2} = 89,10$$

De même, l'indice de matières volatiles du mélange correspondra rigoureusement à la moyenne des indices individuels, soit 21,5.

Sur la base de ce dernier indice, déterminé expérimentalement par l'utilisateur, la courbe statistique du carbone ou son équation renseigneront la teneur en carbone correspondant au point M', soit

$$C_{M'}^p = 90,21 \%$$

La détermination statistique donne ainsi une teneur en carbone qui dépasse de 1,11 la teneur

réelle du mélange. L'écart correspond en grandeur au segment de droite MM'.

La courbure assez accentuée de la courbe statistique du carbone introduit donc une erreur systématique relativement importante. Toutes autres conditions étant égales, l'erreur de courbure sera d'autant plus élevée que l'intervalle des indices de matières volatiles sera plus étendu.

A cela il faut ajouter que, normalement, les compositions élémentaires des constituants du mélange s'écarteront plus ou moins des compositions statistiques. Suivant les cas, le point M pourra ainsi se rapprocher du point M' ou s'en écarter encore davantage. En d'autres termes, les déviations individuelles des constituants de départ réduiront dans certains cas l'erreur de courbure ; dans d'autres cas, elles l'aggraveront.

Cette analyse sommaire laisse donc craindre que le procédé envisagé ne puisse donner que des résultats capricieux et, de façon générale, peu précis.

Mais, en réalité, dans les mélanges commerciaux, les conditions se présentent beaucoup plus favorablement.

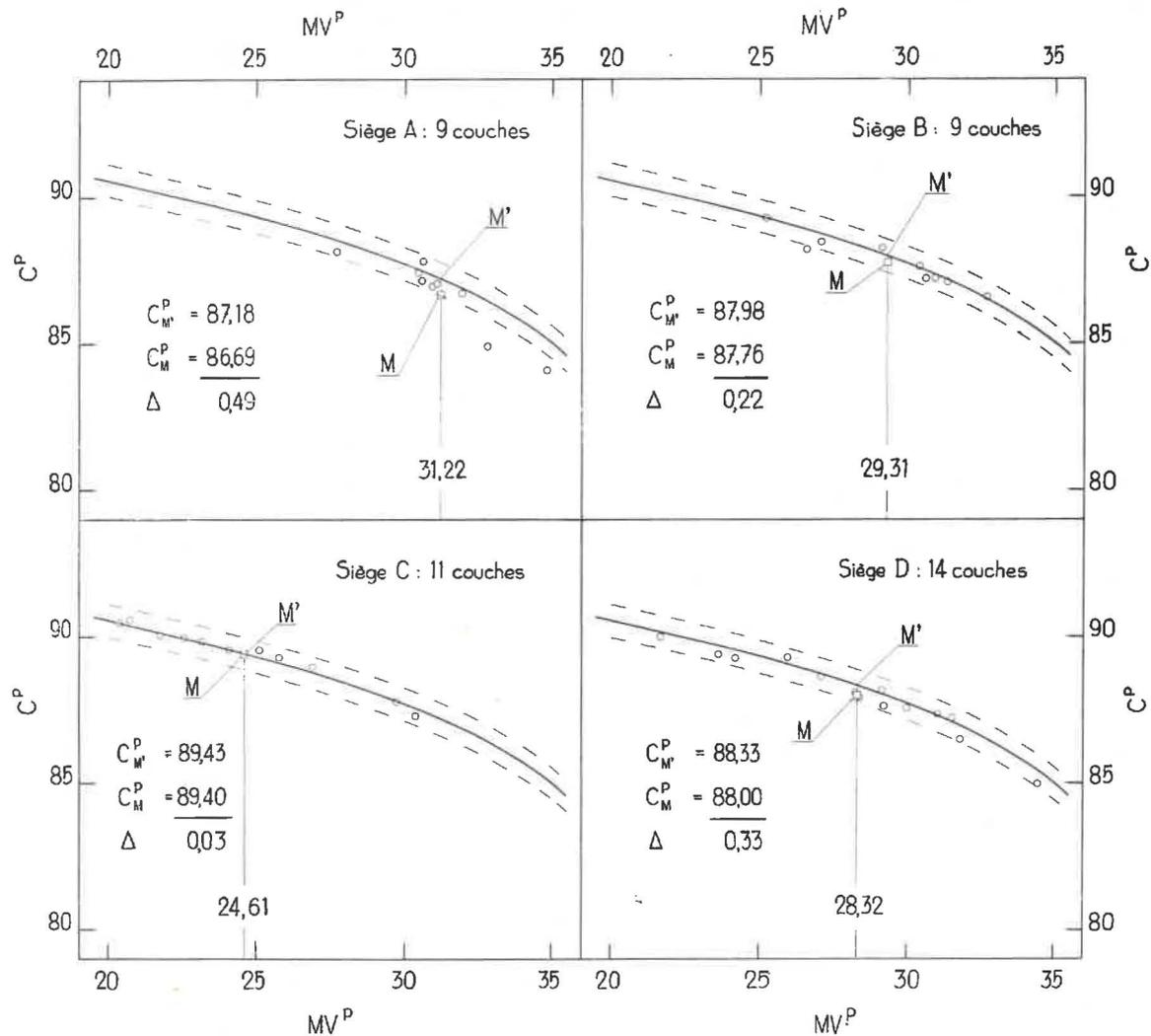


Fig. 8. — Comparaison des compositions élémentaires analytiques et statistiques : teneurs en carbone de 4 mélanges hypothétiques complexes.

Tout d'abord, il est plutôt exceptionnel que, dans les mélanges commerciaux, l'intervalle des indices de matières volatiles extrêmes dépasse les dix unités.

Dans la plupart des cas, le gisement lui-même dicte un intervalle beaucoup plus limité. Là où le gisement fournit une gamme de combustibles très étendue, l'intérêt de l'exploitant est de scinder sa

production. Il l'écoulera sous forme de plusieurs mélanges ; dans ceux-ci, il réduira les intervalles de matières volatiles, non seulement pour des motifs d'ordre commercial, mais également pour tenir compte des exigences de l'utilisateur. Il en est de même dans le cas d'installations de préparation centralisant la production de plusieurs sièges.

TABLEAU I.

Compositions élémentaires analytiques et statistiques de 10 mélanges commerciaux belges.

Numéro, calibre et nature des mélanges		Indice de matières volatiles et compositions élémentaires analytiques et statistiques, rapportés à la matière organique pure					
		MV <sup>p</sup>	C <sup>p</sup>	H <sup>p</sup>	N <sup>p</sup>	S <sup>p</sup> <sub>org</sub>	O <sup>p</sup> (par diff.)
A.D. 55/1	5/12, lavé	8,82	93,19	3,71	1,24	0,57	1,29
			92,99	3,74	1,36	0,87	1,04
		Δ :	- 0,20	+ 0,03	+ 0,12	+ 0,30	- 0,25
A.D. 55/2	10/18, lavé	17,65	90,91	4,50	1,62	0,69	2,28
			91,08	4,59	1,56	0,84	1,93
		Δ :	+ 0,17	+ 0,09	- 0,06	+ 0,15	- 0,35
A.D. 55/3	5/12, lavé	12,11	92,30	4,06	1,51	0,84	1,29
			92,26	4,13	1,45	0,86	1,30
		Δ :	- 0,04	+ 0,07	- 0,06	+ 0,02	+ 0,01
A.D. 55/4	Fines à coke	30,45	87,49	5,27	1,82	0,75	4,67
			87,54	5,25	1,72	0,80	4,69
		Δ :	+ 0,05	- 0,02	- 0,10	+ 0,05	+ 0,02
A.D. 55/5		30,13	87,22	5,25	1,87	0,77	4,89
			87,67	5,24	1,72	0,80	4,57
		Δ :	+ 0,45	- 0,01	- 0,15	+ 0,03	- 0,32
A.D. 55/6		23,82	89,10	4,88	1,79	0,63	3,60
			89,64	4,95	1,65	0,82	2,94
		Δ :	+ 0,54	+ 0,07	- 0,14	+ 0,19	- 0,66
A.D. 55/7		26,02	89,04	5,05	1,68	0,59	3,64
		89,02	5,06	1,68	0,81	3,43	
	Δ :	- 0,02	+ 0,01	0,00	+ 0,22	- 0,21	
A.D. 55/8	20,20	90,19	4,60	1,52	0,62	3,07	
		90,51	4,75	1,60	0,83	2,31	
	Δ :	+ 0,32	+ 0,15	+ 0,08	+ 0,21	- 0,76	
A.D. 55/9	20,34	90,47	4,60	1,53	0,73	2,67	
		90,48	4,76	1,60	0,83	2,33	
	Δ :	+ 0,01	+ 0,16	+ 0,07	+ 0,10	- 0,34	
A.D. 55/10	Pâte à coke, prélevée à l'enfournement	24,68	89,07	4,90	1,59	0,61	3,83
			89,41	4,99	1,66	0,82	3,12
		Δ :	+ 0,34	+ 0,09	+ 0,07	+ 0,21	- 0,71
Ecartes moyennes (arithmétiques)			+ 0,16	+ 0,07	- 0,02	+ 0,15	- 0,36
Ecartes maximums			0,54	0,16	0,15	0,30	0,76

Du point de vue qui nous occupe, il est évident que le caractère limité du domaine de matières volatiles des mélanges doit déjà fortement réduire l'erreur de courbure.

Un autre élément favorable est le fait que, dans beaucoup d'exploitations, tels les grands sièges d'extraction campinois, les mélanges commerciaux sont constitués par les apports de nombreuses couches dont les indices de matières volatiles couvrent assez régulièrement le domaine relativement limité de chacun des mélanges.

Il en résulte une réduction encore plus poussée de l'erreur de courbure et un accroissement des probabilités de compensation des déviations individuelles.

C'est ainsi que la composition élémentaire des mélanges commerciaux peut se rapprocher sensiblement de la composition statistique qui correspond à leur indice de matières volatiles.

C'est ce qui ressort des diagrammes hypothétiques de la figure 8.

Ces diagrammes se rapportent à quatre grands sièges d'extraction dont, à certaine époque, nous avons pu étudier les couches en exploitation normale. Les quatre groupes de couches ont été représentés en retenant comme coordonnées les teneurs en carbone,  $C^p$ , et les indices de matières volatiles,  $MV^p$ , déterminés expérimentalement. Dans chaque diagramme, on a repris également la courbe statistique du carbone (5).

Partant des données analytiques se rapportant aux couches individuelles, on a calculé la teneur réelle en carbone et l'indice de matières volatiles du mélange M que chaque exploitant eût obtenu en mélangeant, à parts égales, la matière organique pure de toutes les couches de son siège. Les quatre mélanges ont été représentés par des carrés désignés par la lettre M.

Les diagrammes montrent que, dans chaque cas, le carré représentatif du mélange se situe dans le voisinage plus ou moins immédiat du point statistique M'. Les écarts entre les teneurs réelles en carbone et les teneurs statistiques ne sont que de 0,49, 0,22, 0,03 et 0,33 respectivement.

Le cas le moins favorable est celui du siège A. Dans le mélange de ce siège, intervenaient deux couches dont les déviations par rapport à la courbe statistique du carbone sont de loin les plus élevées des 141 prélèvements étudiés. Malgré la participation de ces deux couches, l'écart du mélange lui-même reste encore très modéré.

Après ces exemples hypothétiques, voici maintenant l'application pratique de la détermination statistique à 10 mélanges commerciaux d'origines bel-

ges différentes. Pour chacun de ces mélanges, on a déterminé la composition élémentaire, d'abord par des analyses faites en double, puis statistiquement à partir de l'indice de matières volatiles. Le tableau I groupe les résultats de ces déterminations comparatives.

Au bas du tableau, on a renseigné, pour chaque poste, l'écart moyen et l'écart extrême entre les résultats analytiques et ceux obtenus par voie statistique.

Ces écarts sont manifestement inférieurs aux écarts qui peuvent être admis du point de vue industriel.

En réalité, c'est pour un des postes mineurs, celui du soufre organique, qu'une réserve pourrait être faite, l'écart extrême observé étant de 0,30. Mais, du point de vue industriel, le soufre organique ne présente que peu d'intérêt par lui-même; généralement, on retiendra le soufre total et le soufre combustible qui, de toute façon, sont à déterminer expérimentalement.

Pour les postes essentiels du carbone et de l'hydrogène, la concordance entre les résultats analytiques et statistiques est remarquable. Pour ces deux postes, les écarts extrêmes sont du même ordre de grandeur que ceux qui sont admis par les « British Standard » [3] dans le cas, beaucoup plus favorable, de déterminations analytiques faites en double.

De tout ceci on peut donc conclure que, dans le cas des houilles belges, la composition élémentaire des mélanges commerciaux peut se déduire de nos relations statistiques avec une précision qui est largement suffisante du point de vue industriel.

\* \* \*

Voyons maintenant la détermination statistique du pouvoir calorifique.

On aura recours, soit aux courbes de la figure 6, soit aux équations correspondantes 9 ou 10.

Ici, comme pour les compositions élémentaires, la forme des courbes statistiques et les déviations des constituants des mélanges soulèvent des objections. Mais la détermination statistique bénéficie ici également des conditions favorables réalisées dans les mélanges commerciaux.

A titre d'application pratique, voici repris au tableau II, la série de 10 mélanges dont nous venons de comparer les compositions élémentaires analytiques et statistiques.

On a mis ici en regard les pouvoirs calorifiques supérieurs obtenus, d'une part, par voie expérimentale, et, d'autre part, par voie statistique en partant de l'indice de matières volatiles.

L'écart moyen entre les résultats respectifs est de + 20 kcal/kg, soit + 0,23 en %. L'écart extrême de la série n'est que de 57 kcal/kg, soit 0,65 en %. L'écart maximum est donc inférieur aux 67 kcal/kg

(3) Dans le cas du siège D, on a négligé quatre couches qui n'entraient pas dans la composition du mélange industriel écoulé par le siège.

TABLEAU II.

Pouvoirs calorifiques expérimentaux et statistiques de 10 mélanges commerciaux belges.

Numéro, calibre et nature des mélanges		Indice de matières volatiles et pouvoirs calorifiques supérieurs expérimentaux et statistiques, rapportés à la matière organique pure				$\Delta$
		MVP	PC <sub>s</sub> <sup>p</sup> exp. (kcal/kg)	PC <sub>s</sub> <sup>p</sup> stat. (kcal/kg)		
A.D. 55/1	5/12, lavé	8,82	8.674	8.709	+ 35	Ecart moyen (arithmétique) : + 20 Ecart maximum : 57
A.D. 55/2	10/18, lavé	17,65	8.749	8.802	+ 53	
A.D. 55/3	5/12, lavé	12,11	8.777	8.769	— 8	
A.D. 55/4	Fines à coke	30,45	8.606	8.627	+ 21	
A.D. 55/5		30,13	8.670	8.638	— 32	
A.D. 55/6		23,82	8.741	8.767	+ 26	
A.D. 55/7		26,09	8.771	8.734	— 37	
A.D. 55/8		20,20	8.739	8.796	+ 57	
A.D. 55/9		20,34	8.765	8.795	+ 30	
A.D. 55/10	Pâte à coke prélevée à l'enfournement	24,68	8.706	8.756	+ 50	

que les « British Standard » [3] considèrent comme écart limite pouvant être admis entre les résultats de déterminations expérimentales faites en double. Cette limite fixée par l'organisme de standardisation anglais correspond à une probabilité de 95 % ; elle serait de 87 kcal/kg pour une probabilité de 99 %.

Pour le pouvoir calorifique, les déterminations statistiques donnent donc également des résultats suffisamment précis du point de vue industriel.

\* \* \*

Etant donné la précision obtenue dans les déterminations statistiques de la composition élémentaire, il va de soi que le procédé peut être étendu à toutes les grandeurs qui dépendent exclusivement de la composition élémentaire. Au fait, ces grandeurs dérivées pourront se déduire directement de l'indice des matières volatiles.

Voici, à titre d'exemple, l'extension des déterminations statistiques à certaines grandeurs intervenant dans la combustion. Il s'agit de :

1. l'hydrogène excédentaire ;
2. des volumes minimums de comburant nécessaire pour la combustion neutre théorique ;
3. des volumes de fumées neutres correspondantes ;
4. de la composition de ces dernières.

On a pris comme point de départ des calculs, les relations stoechiométriques du tableau III, empruntées à Gumz (4) [21].

Dans ces relations, on pourrait, à l'aide du groupe d'équations 4, 5, 6, 7 et 8, remplacer les termes C<sup>p</sup>, H<sup>p</sup>, S<sub>org</sub><sup>p</sup> et O<sup>p</sup> par leur expression en fonction de l'indice de matières volatiles. Mais les relations statistiques générales ainsi obtenues sont trop complexes pour se prêter aux calculs courants.

On peut procéder beaucoup plus simplement en remplaçant les termes C<sup>p</sup>, H<sup>p</sup>, S<sub>org</sub><sup>p</sup> et O<sup>p</sup> par leurs valeurs statistiques numériques correspondant aux valeurs entières de l'indice de matières volatiles.

On obtient ainsi des données numériques en nombre suffisant pour établir les courbes statistiques représentant directement, en fonction de l'indice de matières volatiles, les variations des différentes grandeurs envisagées.

Le diagramme de la figure 9 montre ainsi la variation des teneurs % en hydrogène excédentaire des houilles belges.

(4) La grandeur V<sub>nt</sub> (m<sup>3</sup> N/kg) suppose la vapeur d'eau non condensée à 0° et 760 mm ; elle ne correspond donc qu'à un état hypothétique servant de base pour le calcul du volume des fumées totales à des températures dépassant notablement le point de rosée.

TABLEAU III.

Grandeurs relatives à la combustion neutre théorique de houilles pures [21].

I. COMBURANT MINIMUM NECESSAIRE (m<sup>3</sup> N/kg)

a) combustion par l'oxygène pur :

$$O_{\min} = \frac{1}{100} \frac{22,4}{12} \left[ C^p + 3 H_d^p + \frac{3}{8} S_{\text{org}}^p \right] \quad 11$$

$$H_d^p = H^p - \frac{O^p}{8} \quad 12$$

(Hydrogène excédentaire)

b) combustion par l'air (sec) :

$$\text{Air}_{\min} = \frac{1}{11,25} \left[ C^p + 3 H_d^p + \frac{3}{8} S_{\text{org}}^p \right] \quad 13$$

II. VOLUME DES FUMÉES NEUTRES DE LA COMBUSTION PAR L'AIR (m<sup>3</sup> N/kg)

a) fumées sèches (eau condensée) :

$$V_{\text{ns}} = \frac{1}{100} 22,4 \left[ \frac{C^p}{12} + \frac{S_{\text{org}}^p}{32} \right] + \frac{79}{21} O_{\min} \quad 14$$

b) fumées totales (eau non condensée) :

$$V_{\text{nt}} = \frac{1}{100} 22,4 \left[ \frac{C^p}{12} + \frac{H^p}{2} + \frac{S_{\text{org}}^p}{32} \right] + \frac{79}{21} O_{\min} \quad 15 \quad (4)$$

## III. COMPOSITION DES FUMÉES NEUTRES DE LA COMBUSTION PAR L'AIR (% en vol.)

a) fumées sèches :

$$\text{CO}_2 = \frac{22,4}{12} \frac{C^p}{V_{\text{ns}}} \quad 16$$

$$\text{SO}_2 = \frac{22,4}{32} \frac{S_{\text{org}}^p}{V_{\text{ns}}} \quad 17$$

b) fumées totales :

$$\text{CO}_2 = \frac{22,4}{12} \frac{C^p}{V_{\text{nt}}} \quad 18$$

$$\text{SO}_2 = \frac{22,4}{32} \frac{S_{\text{org}}^p}{V_{\text{nt}}} \quad 19$$

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{22,4}{2} \frac{H^p}{V_{\text{nt}}} \quad 20$$

Les courbes de la figure 10 représentent, d'une part les volumes minimums d'oxygène ou d'air requis pour la combustion neutre théorique et, d'autre

part, les volumes de fumées neutres sèches, ainsi que les volumes de fumées neutres totales résultant de la combustion par l'air.

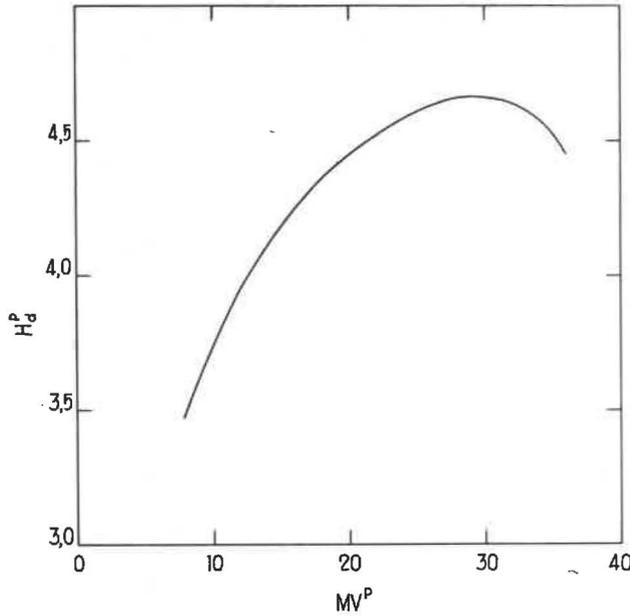


Fig. 9. — Teneur en hydrogène excédentaire des houilles belges ( $Hd_n^p = H^p - 0.7957$ )

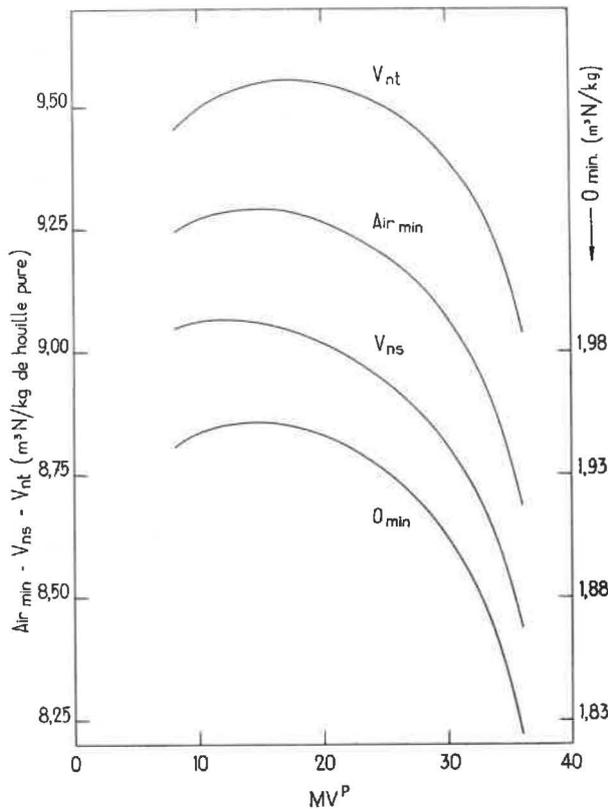


Fig. 10. — Combustion neutre théorique des houilles belges : volume minimum de comburant ( $O_{min}$  et  $air_{min}$ ); fumées neutres sèches ( $V_{ns}$ ) et fumées neutres totales ( $V_{nt}$ ) de la combustion par l'air.

Le diagramme de la figure 11 représente, pour la combustion réalisée par l'air, les teneurs % en volume de l'anhydride carbonique dans les fumées neutres, sèches et totales; le diagramme montre

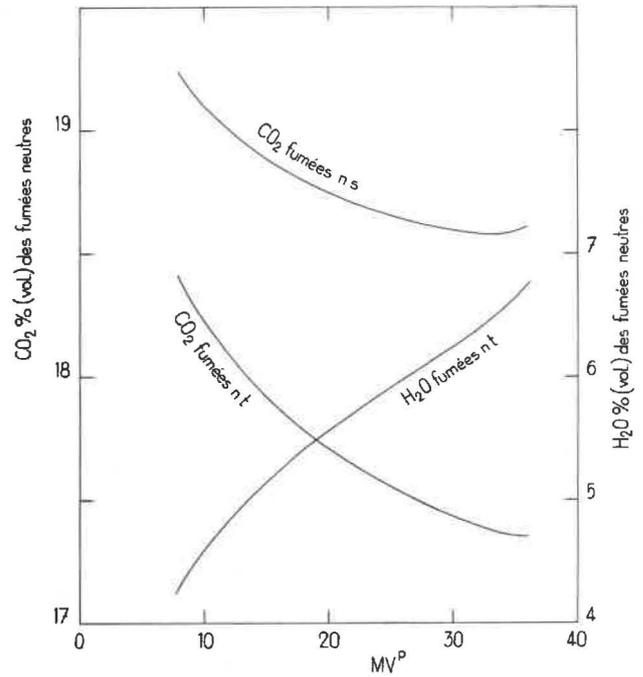


Fig. 11. — Combustion neutre théorique des houilles belges par l'air. Composition des fumées :  $CO_2$  (% en vol.) des fumées sèches et totales;  $H_2O$  (% en vol.) des fumées totales.

également les teneurs % en volume de la vapeur d'eau dans les fumées neutres totales.

Ces quelques exemples relatifs aux grandeurs dérivées n'ont eu ici d'autre but que de montrer l'application d'un principe de détermination; il va de soi que ces exemples n'épuisent pas la question des grandeurs dérivées.

De cet exposé, on peut donc conclure que notre étude des houilles belges met à la portée de l'utilisateur de nombreuses grandeurs d'intérêt industriel, ceci par le truchement de l'indice de matières volatiles. Ces grandeurs sont, en particulier, la composition élémentaire des mélanges commerciaux et leur pouvoir calorifique; d'une façon beaucoup plus générale, ce sont toutes les grandeurs qui dépendent exclusivement des compositions élémentaires.

\* \* \*

BIBLIOGRAPHIE

- [ 1 ] L. COPPENS et J. VENTER. — L'analyse immédiate, Inichar. Bulletin Technique Houille et Dérivés n° 4, 1951, 1<sup>er</sup> janvier.
- [ 2 ] Association Belge de Standardisation. — Echantillonnage et analyse des charbons. Rapport n° 56, 1934, décembre.
- [ 3 ] British Standard Institution. — British standard methods for the analysis and testing of coal and coke n° 1016 (Londres), 1942, mars.
- [ 4 ] L. COPPENS et J. VENTER. — Les matières minérales vraies des houilles, leur détermination et leur incidence sur les résultats d'analyse et d'essai des combustibles. Inichar. Bulletin Technique Houille et Dérivés n° 7, 1952, 1<sup>er</sup> août.

- [ 5 ] J.G. KING, M.B. MARIES et H.E. CROSSLEY. — Formulae for the calculation of coal analyses to a basis of coal substance free from mineral matter. Journ. Soc. Chem. Ind. 55, 1936, p. 277.
- [ 6 ] J. HAMAKER. — Het betrekken van het gehalte aan vluchtige stoffen van steenkool op de as en wintervrije kool. Chemisch Weekblad 44, 1948, n° 37, p. 517.
- [ 7 ] C. ABRAMSKI et K. GRUMBRECHT. — Ueber die rechnerische Ermittlung des Heizwertes ballastreicher Brennstoffe. Glückauf 86, 1950, 19 août, p. 680.
- [ 8 ] L. COPPENS et J. VENTER. — La détermination des teneurs en carbone et hydrogène des houilles. La détermination des teneurs en anhydride carbonique des carbonates de la partie minérale. Inichar. Bulletin Technique Houille et Dérivés n° 5, 1951, 1<sup>er</sup> septembre.
- [ 9 ] L. COPPENS et J. VENTER. — Les déterminations analytiques relatives au soufre des houilles. Inichar. Bulletin Technique Houille et Dérivés n° 6, 1952, 1<sup>er</sup> mars.
- [ 10 ] L. COPPENS et J. VENTER. — Propriétés et classification des charbons belges. Inichar. Bulletin Technique Houille et Dérivés n° 2, 1950, 15 juillet.
- [ 11 ] G.W. HIMUS. — Fuel Testing. Laboratory methods in fuel technology. Edit. Léonard Hill (Londres), 1946.
- [ 12 ] C.A. SEYLER. — Proc. S.W. Inst. Eng., 21, 1899, p. 483; 22, 1900, p. 112; 47, 1931, p. 557; 53, 1938, p. 254; 63, 1948, p. 3.
- [ 13 ] C.A. SEYLER. — Vorschläge zur praktischen Anwendung der Kohlen-Petrographie. Brennstoff-Chemie, 32, 1951, 19 décembre, p. 353.
- [ 14 ] H.M. SPIERS. — Technical data on fuel. Edit. Br. Nat. Committee World Power Conference (Londres), 1952, 5th Edition.
- [ 15 ] W. FRANCIS. — Coal, its formation and composition. Edit. Arnold (Londres), 1954.
- [ 16 ] G. JEENER. — La mise en équation des courbes et leur fonction réelle. Edit. Desoer (Liège).
- [ 17 ] I.G.C. DRYDEN. — Chemical significance of the true density of coals. Fuel XXXII, 1953, p. 82.
- [ 18 ] R.A. MOTT et C.E. SPOONER. — The calorific value of carbon in coal: the Dulong relationship. Fuel XIX, 1940, p. 226.
- [ 19 ] C.D. HODGMAN. — Handbook of chemistry and physics. Chemical Rubber Publishing Co (Cleveland Ohio), 31st Edition.
- [ 20 ] F.V. TIDESWELL et R.V. WHEELER. — Pure coal as a basis for classification. Trans. Amer. Inst. Met. Eng. 76, 1928, p. 200.
- [ 21 ] W. GUMZ. — Kurzes Handbuch der Brennstoff- und Feuerungstechnik. Edit. Springer (Berlin), 1953, 2<sup>e</sup> Edition.

## V. — RECHERCHES SUR LA VALORISATION DE LA HOUILLE A L'INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

par P. LEDENT

Ingénieur Principal à Inichar.

Deux sujets font actuellement l'objet de recherches systématiques dans le cadre d'Inichar :

- la production d'un combustible domestique de remplacement à partir de charbons demi-gras ou de charbons flambants et
- la carbonisation des produits fins en lit fluidisé.

### I. La carbonisation en lit fluidisé.

Les traitements thermiques en lit fluidisé présentent un certain nombre d'avantages caractéristiques :

- la précision du réglage de la température ;
- la grande capacité de traitement par unité de volume des réacteurs ;
- la facilité de manutention du produit et la possibilité de réaliser le traitement en continu dans une installation dont le fonctionnement et le réglage peuvent être rendus entièrement automatiques.

Ces avantages ont retenu l'attention de la plupart des centres de recherches qui s'occupent de la valorisation des charbons et, si le procédé de car-

bonisation fluidisée n'a pas encore atteint son stade de plein développement industriel, on compte dans le monde entier bon nombre d'installations pilotes à plus ou moins grande échelle [1].

Dans le cadre de l'économie belge, le procédé pourrait être appliqué à des charbons épurés demi-gras ou flambants, en vue de produire un coke pulvérulent susceptible de remplacer le grésillon de coke dans les installations d'agglomération des minerais de fer.

On peut également envisager de l'appliquer aux poussières bruts destinés à l'alimentation des centrales électriques, pour la production jumelée de gaz riche et d'électricité.

Une première installation expérimentale a été montée en 1956 dans les laboratoires d'Inichar, en vue de préciser les rendements et les qualités de gaz que l'on pourrait obtenir dans une installation de carbonisation fluidisée traitant différents types de poussières.

Cette installation est décrite dans le Bulletin technique « Houille et Dérivés » n° 14 [2] dans le-

quel sont également relatés les résultats de nos premiers essais.

Lors de ces essais, les difficultés résultant des propriétés agglutinantes des charbons ont été surmontées par un traitement de préoxydation réalisé lui-même en lit fluidisé. Un tel traitement est simple et efficace ; il présente cependant un double inconvénient : il réduit les rendements calorifiques en sous-produits et modifie la composition des gaz de distillation dont les teneurs en CO et en CO<sub>2</sub> se trouvent considérablement augmentées.

Depuis la publication de nos premiers résultats, de nouveaux essais ont été réalisés. Leur objectif principal est de remédier aux difficultés inhérentes

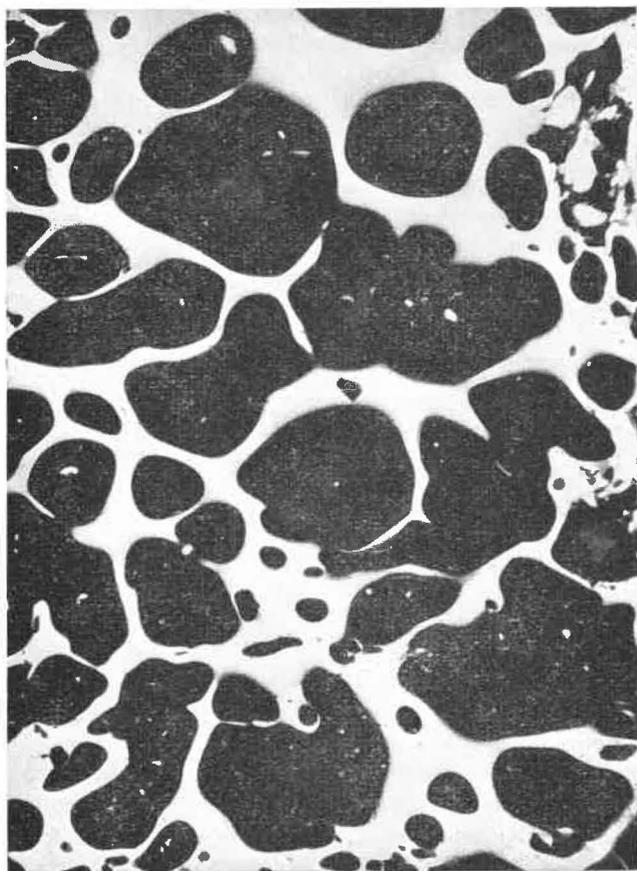


Fig. 1. — Coupe d'une brique agglomérée au brai.  
Microphotographie grossissement 85 fois.

aux propriétés agglutinantes des charbons, sans recourir à la préoxydation.

Simultanément, nous avons abordé l'étude d'une installation pilote dont le chauffage serait assuré par la technique du lit mobile, mise au point à la station d'essais de l'Imperial Chemical Industries à Billingham [3] ; cette technique aurait pour avantage d'éviter de mélanger le gaz de distillation au gaz pauvre produit par la combustion partielle de la charge.

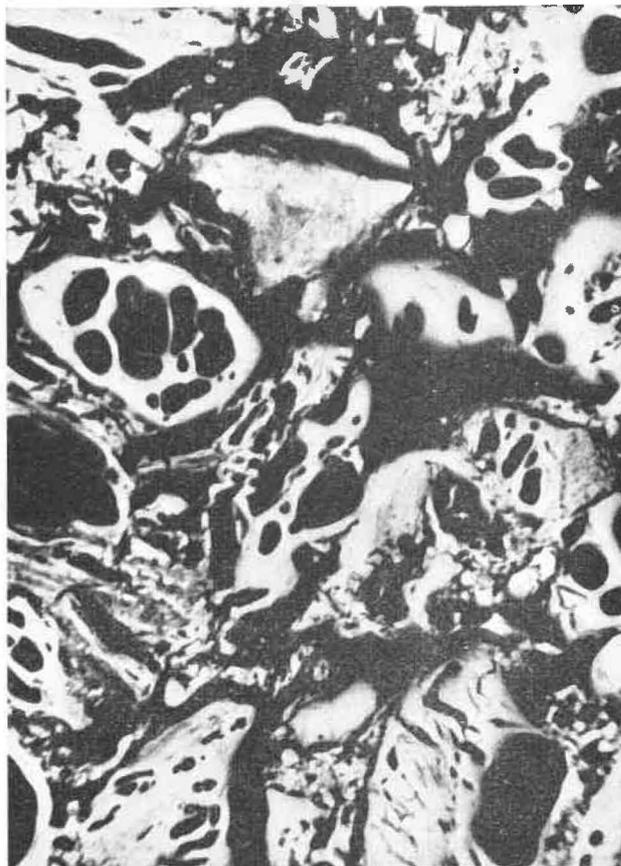


Fig. 2. — Coupe d'une brique agglomérée à la lessive sulfiteuse.  
Microphotographie grossissement 85 fois.

## II. La production d'un combustible domestique de remplacement.

Les recherches en vue de la production d'un combustible domestique de remplacement trouvent leur justification dans l'épuisement progressif des gisements belges de maigres et d'antracites, alors que l'exploitation des gisements de demi-gras et de flambants est entravée par manque de débouchés.

La rentabilité de l'opération est conditionnée par l'obtention d'un combustible solide de haute qualité susceptible de se vendre au prix des meilleurs combustibles domestiques.

Cette condition paraît difficilement compatible avec la production de semi-coke en vrac et les études d'Inichar se sont orientées vers la carbonisation d'agglomérés.

Deux séries d'essais semi-industriels ont été réalisées au four Brennstoff-Technik de la station expérimentale de Langenbrahm (Essen) sur des lots de charbons flambants provenant de Campine et du Borinage [4].

Les résultats des essais de carbonisation de boulets agglomérés au brai ont été plutôt décevants. Le brai a pour effet d'accroître la fusibilité du mélange, ce qui provoque le ramollissement des boulets et leur collage en grappes.

On a tenté d'y remédier par l'addition de semi-coke recyclé pour servir d'amaigrissant ; cette addition s'est avérée insuffisamment efficace. Des additions de soufre ou de limonite ont également été tentées sans plus de succès, la tendance au collage ne pouvant être supprimée sans recourir à des doses nettement prohibitives. Par contre, la carbonisation des boulets agglomérés à la lessive sulfite résiduaire a conduit à des résultats beaucoup plus satisfaisants et, grâce à ce liant, jouant aussi le rôle d'amaigrissant, toutes les difficultés dues au collage et au ramollissement ont pu être surmontées. Le comportement des deux types de liants apparaît nettement à l'examen des microphotographies des figures 1 et 2.

La coupe faite dans un boulet aggloméré au brai montre une substance homogène, bien fondue, entourant des cavités arrondies (qui apparaissent en noir sur la figure).

La coupe à travers un boulet aggloméré à la lessive sulfite montre une structure très différente : chacun des grains, individuellement bien fondu, conserve plus ou moins son individualité et le boursofflement résultant du dégagement des matières volatiles apparaît sous forme de cavités irrégulières entre deux grains voisins ou sous forme de petites bulles à l'intérieur même des grains.

Les agglomérés carbonisés ainsi obtenus ont été expérimentés dans des appareils domestiques à feu continu. Leur comportement ne diffère guère de celui des meilleurs anthracites : le feu peut être réglé sans aucune difficulté ; la consommation au ralenti est particulièrement faible et la vitesse de reprise des plus satisfaisante, après 12 heures de réglage en veilleuse.

La fumivorté est parfaite et les pertes par imbrûlés pratiquement nulles, les cendres conservant l'aspect poudreux.

Un seul inconvénient mérite d'être retenu : la diminution de la capacité calorifique des appareils de chauffage, résultant de la densité relativement faible du combustible.

Devant cet ensemble de résultats, Inichar a décidé de créer une installation pilote en vue de parfaire la mise au point technique du procédé et de dégager les données qui permettront de juger de ses possibilités de développement industriel.

Cette installation comporte deux parties entièrement indépendantes :

- un four de carbonisation susceptible de traiter 100 à 200 kg de boulets par fournée et dont le montage est actuellement terminé ;
- une installation de préparation et de séchage des boulets d'une capacité de 750 kg par heure, dont le montage est prévu pour la fin de l'année.

Le four de carbonisation est un four du système Brennstoff Technik, à parois métalliques. Il comporte deux chambres de carbonisation dont la lar-

geur peut être réglée entre un minimum de 60 mm et un maximum de 140 mm.

Le chauffage est assuré par combustion de gaz de ville avec préchauffage de l'air et recirculation des fumées, en vue de limiter leur température au voisinage de 600°.

La charge est alimentée et défournée par gravité, le défournement étant obtenu par écartement des 2 parois chauffantes latérales. La charge défournée peut, à volonté, être entreposée dans un compartiment de post-carbonisation, à parois calorifugées, ou être directement déversée dans le coke-car où s'effectue son refroidissement.

L'installation de préparation des boulets comprend trois organes essentiels :

- un mélangeur malaxeur à pales tournantes d'une capacité de 600 litres qui peut, à volonté, être utilisé en fonctionnement continu ou discontinu ;
- une presse à boulets d'une capacité de 750 kg/h équipée de 2 cylindres de 640 mm de diamètre et de 90 mm de largeur ;
- un four de séchage des boulets en lit de sable fluidisé.

Ce dernier appareil constituera la partie la plus originale de l'installation. Il comporte un four de chauffage du sable en lit fluidisé, un appareil de relevage à fonctionnement pneumatique, un chenal de traitement le long duquel les boulets cheminent, immergés dans le sable chaud, et pour terminer, un crible vibrant assurant la séparation du sable et des boulets.

Un chiffre suffit pour montrer l'intérêt de ce nouveau procédé de séchage : la durée de séjour des boulets dans le bain de sable peut être réduite à 4 ou 5 minutes, alors qu'elle atteint couramment 30 à 40 minutes dans un four de séchage de type classique. Au surplus, le séchage en lit de sable fluidisé permet de conserver un contrôle rigoureux de la température de traitement et supprime tout risque d'incendie par inflammation spontanée de la charge.

#### REFERENCES

- [ 1 ] J. VENTER, L. COPPENS, P. LEDENT. — Applications de la fluidisation. Inichar, Bull. Techn. Houille et dérivés n° 11, mars 1957.
- [ 2 ] L. COPPENS, P. LEDENT et M. MARCOURT. — Etude de la carbonisation de quatre poussières par fluidisation. Inichar, Bull. Techn. Houille et dérivés n° 14, décembre 1957.
- [ 3 ] J.W.R. RAYNER. — Gasification by the moving-burden technique. Symposium A.I.Mi.Me E. New York, février 1952, pp. 28/46.
- [ 4 ] INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE. — Distillation à basse température de charbons flambants. Rapport d'essais semi-industriels du 15 octobre 1955, document photocopié, 51 pages, 21 figures. Rapport d'essais semi-industriels du 1<sup>er</sup> décembre 1956, document photocopié, 16 pages, 2 figures.

## VI. — VISITE DES LABORATOIRES DE L'INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Les laboratoires de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière sont actuellement répartis en deux groupes :

— Les laboratoires d'études chimique et pétrologique des houilles installés dans le bâtiment de Chimie et Métallurgie de la Faculté Technique de l'Université de Liège où ils occupent une série de locaux mis à la disposition d'Inichar par différents services universitaires.

— Les laboratoires de préparation mécanique et de valorisation des houilles établis à Ougrée dans un nouveau bâtiment construit par Inichar. En plus des bureaux et laboratoires, la station d'essai d'Ougrée comprend un hall pour installations semi-industrielles et un petit atelier de mécanique et de menuiserie. Dans son état actuel, elle ne constitue que la première tranche de la réalisation d'un programme de construction plus vaste qui doit permettre de regrouper l'ensemble des services d'Inichar.

### 1. Laboratoire d'étude générale des houilles.

Au cours d'une rapide visite du laboratoire, Mr W. DUHAMEAU, Ingénieur-Technicien Chimiste, expose brièvement les principes opératoires et montre les appareils relatifs aux diverses déterminations utilisés dans l'étude générale des houilles belges : analyse immédiate, analyse élémentaire, déterminations concernant les diverses formes de soufre et des matières minérales vraies dans les houilles, déterminations relatives aux propriétés cokéfiantes et déterminations concernant l'aptitude à l'oxydation et l'humidité d'équilibre.

Faute de temps, les laboratoires de calorimétrie et d'analyse des gaz n'ont pu être visités.

Mr Duhameau termine son exposé en donnant un bref aperçu sur les variations systématiques des principales grandeurs dilatométriques et gravimétriques en fonction du degré d'évolution.

### 2. Laboratoire de pétrologie et de sporologie.

Le Dr R. NOEL montre, à l'aide de panneaux explicatifs illustrés, de graphiques et de matériel scientifique, les principales voies dans lesquelles les recherches sont poursuivies par Inichar dans ces domaines ; d'une part, étude du charbon dans le gisement, d'autre part, étude des charbons extraits destinés à divers usages industriels.

Dans le gisement, les études pétrologiques se font sur des piliers de charbon prélevés perpendiculairement à la stratification, du toit au mur des veines. Une technique spéciale, mise au point par Inichar, pour l'enrobage et le débitage des piliers, permet d'obtenir, sans perte de matière, une ou plusieurs

bandes polies, représentatives de chaque veine étudiée.

Les recherches portent sur la constitution des divers facies pétrographiques qui se succèdent du mur au toit de la couche et sur leur extension géographique.

Une bande de tonstein s'étendant dans tout le bassin de Campine a été spécialement étudiée, ainsi que le charbon d'une zone anormale (charbon provenant d'un ancien méandre de rivière fossile abandonnée) dans le bassin de Herve.

Pour l'étude stratigraphique du gisement, l'isolement des mégaspores et des microspores de toutes les couches ayant plus de 20 % de matières volatiles a été entrepris. L'étude analytique de ces spores sera entreprise incessamment.

L'étude des charbons extraits se fait sur des charbons broyés en grains plus petits que 750  $\mu$ .

On détermine notamment leur teneur en macéraux et en microlithotypes qui viennent ainsi compléter les données chimiques et physico-chimiques déjà obtenues par ailleurs dans l'étude générale des charbons belges.

Ces analyses pétrographiques statistiques sont facilitées par l'utilisation de compteurs totalisateurs et d'un nouveau système d'avancement par bonds réguliers de la platine intégratrice dont le prototype a été présenté aux visiteurs.

Par ailleurs, Inichar entreprend aussi la confection d'une échelle des pouvoirs réflecteurs des vitrinites des charbons des différents bassins belges.

Cette échelle servira à déterminer le rang des charbons et elle sera utilisée dans l'analyse quantitative des différents types de charbons qui constituent les fines à coke. Enfin, l'étude microscopique des diverses phases de la carbonisation est également poursuivie.

### 3. Laboratoire de recherches sur la valorisation des houilles.

Au cours de la visite de la station d'essais d'Ougrée, les membres de la Commission ont eu l'occasion d'examiner le four semi-industriel de carbonisation à basse température, qui constitue la première partie de l'installation pilote destinée à la production d'un combustible domestique de remplacement.

Deux démonstrations leur ont été présentées : une démonstration de carbonisation fluidisée réalisée en laboratoire, dans une cuve de 50 mm de diamètre chauffée électriquement, et une démonstration de séchage des boulets agglomérés à la lessive sulfatique, dans un bain de sable fluidisé maintenu à la température de 300°.

## VII. — LA VALORISATION DES CHARBONS DU BORINAGE À TERTRE

par P. FERRERO

Docteur es Sciences.

Directeur Général des Recherches des S.A. Carbochimique et Carbonisation Centrale à Tertre.

Le vaste complexe industriel mis en service à Tertre en 1931 se trouvait devant le problème de marier, à l'échelle de 3.000 tonnes par jour, une dizaine de charbons aux fins d'en obtenir le meilleur coke métallurgique possible.

Au cours de ces dernières années, ce problème s'est compliqué de par la limitation du choix des qualités de charbons disponibles.

Nous voulons essayer de montrer comment la Société Carbonisation Centrale, grâce aux installations dont elle disposait, installations constamment perfectionnées, et grâce aux études entreprises, est parvenue aux solutions voulues.

Ces études, conduites par Monsieur Grand'Ry et ses collaborateurs, l'ont été à des fins pratiques, nous ne pouvions, comme certains Instituts de l'Etat des pays voisins, envisager des recherches scientifiques de base, mais nous avons largement profité de ces recherches en suivant de près les publications et grâce à de précieux contacts personnels.

\* \* \*

Dès 1932, était entreprise l'étude systématique de nos charbons à Tertre avec enfournements aux batteries et examen des cokes en résultant.

Nous avons été, pensons-nous, dans les premiers à appliquer la méthode dilatométrique d'Arnu pour juger du pouvoir cokéfiant des charbons.

En 1935, une étude d'ensemble pouvait être présentée.

Les charbons, examinés par tranches granulométriques, faisaient l'objet d'une analyse immédiate, d'une analyse élémentaire et de la détermination du pouvoir calorifique, la fusibilité des cendres étant examinée dans un dispositif mis au point chez nous et permettant d'opérer en atmosphère oxydante, neutre ou réductrice.

Le pouvoir agglutinant des fines était déterminé par l'essai Meurice, alors seul pratiqué en Belgique, puis le comportement à la cokéfaction par le dilatomètre d'Arnu.

Dans les cokes, il était procédé sur les fractions granulométriques à l'analyse immédiate, à celle du soufre et du phosphore (0,037 %), à celle des cendres, au contrôle de leur fusibilité.

Le tamisage du coke fait à la secousse (S) et à la main (M) conduit à deux valeurs qui permettent d'établir un indice de forme, c'est-à-dire le

pourcentage des morceaux allongés, indice de forme très étroitement lié à la durée de cuisson :

$$\frac{S - M}{S} \times 100 = 50 \% \text{ en aiguilles pour}$$

19 heures de cuisson et 18 % pour 25 heures de cuisson.

Le contrôle de la solidité mécanique se faisait par l'essai MICUM et le Shatter-Test.

Une image de la structure était conservée grâce aux empreintes faites sur cokes sciés, selon la technique de Rose.

Bien entendu, les diverses densités et porosités étaient contrôlées et le problème de la réactivité du coke devait être soulevé.

A ce sujet, nous avons eu l'occasion de procéder à des essais sur un haut fourneau en marche, ils ont révélé que ce qui importe n'est guère la réactivité du coke enfourné, mais bien l'activation très poussée de cette dernière que l'on observe, en général, dans les parties basses du fourneau, activation directement proportionnelle au métal fer qui s'accroche à la surface des morceaux de coke.

Dès 1936, nous abordions également l'examen microscopique des charbons, d'abord selon les suggestions de Duparque, puis bientôt selon celles de Stach.

Pour donner une idée de l'état de nos travaux, citons ce que comporte présentement une étude d'ensemble de nos charbons et de leur cokéfaction :

A. - Etude détaillée du *charbon* considéré, soit les analyses et examens déjà cités et en outre la détermination de la composition pétrologique et du rang, celle de la granulométrie et celle de la dureté, c'est-à-dire du comportement au broyage.

B. - Essais de laboratoire en vue de juger de son comportement lors de la *pyrogénéation* : le Swelling Index, les essais dilatométriques, plastométriques, de perte de poids à la chauffe et de rendements en sous-produits.

C. - Essais de *carbonisation semi-industrielle et industrielle*, en fonction des traitements préalables appliqués à la pâte à coke.

D. - Caractérisation aussi poussée que possible du *coke* métallurgique obtenu, de sa micro et macro-structure, de sa granulométrie et, comme résultante, de sa résistance physique et de son comportement chimique.

Nous avons adopté, pour les études pratiques des surfaces polies des grains composant les fines à coke, les analyses quantitatives optiques effectuées :

1<sup>o</sup> selon les microlithotypes (vitrinite, clarite, durite, semi-fusinite, fusite, schistes et matières minérales) au microscopique à table intégratrice ou au point-counter ;

2<sup>o</sup> selon le rang ou degré de métamorphisme, considéré comme un élément indispensable complétant la connaissance de la composition pétrologique, non du point de vue du paléobotaniste, mais bien du cokier.

Pour situer, par rapport à ceux d'autres origines, les charbons constituant nos fines à coke, du point de vue de leur composition pétrologique, on peut choisir le groupe ternaire des microlithotypes et macéraux suivants, doués de propriétés particulières à la pyrogénéation :

- vitrinite + clarite ... constituants fusibles ;
- durite (y compris la micrinite) ... constituants riches en matières volatiles ;
- inertinite ... somme des constituants inertes (moins la micrinite).

Le diagramme ternaire de la figure 1 montre l'emplacement occupé par nos charbons du Borinage et du Centre par rapport, entre autres, aux fines à coke de Silésie et de la Ruhr.

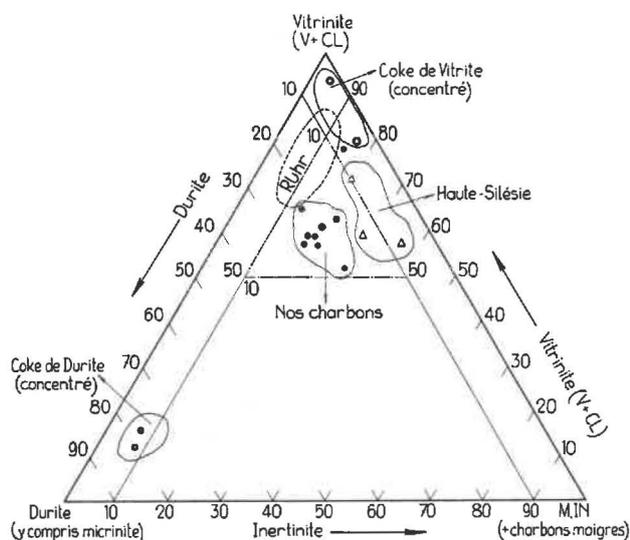


Fig. 1. — Diagramme triangulaire. Position de nos charbons et de charbons étrangers à coke d'après leur composition pétrologique.

#### Notion du rang.

On sait que les charbons de rang croissant sont affectés de variations physico-chimiques qui leur confèrent, entre autres, un éclat ou réflectance croissant. La mesure au réfractomètre de l'éclat d'un charbon en lumière polarisée fournit un indice de rang de celui-ci.

On peut, en pratique de laboratoire industrielle, évaluer un indice de rang approché, en comparant

l'éclat apparent d'un échantillon inconnu à celui présenté par un terme d'une échelle de charbons (ou plutôt de vitrites) de teneurs en matières volatiles décroissantes.

Cette échelle de référence est choisie de préférence dans des veines de position stratigraphique connue, prélevées dans le bassin d'où proviennent les sujets à caractériser de ce point de vue.

Le tableau I montre, cotée en unités de matières volatiles sur pur, une échelle de référence de ce genre dont nous faisons usage à Tertre avec une approximation suffisante pour les besoins des analyses quantitatives de rang de nos fines.

Ainsi, et ainsi seulement, précisée par l'analyse de rang, l'analyse optique quantitative pétrologique prend tout son sens pratique.

A Tertre, nous suivons régulièrement la composition selon le rang des fines à coke reçues à la cokerie.

Les résultats sont mis sous la forme d'histogrammes faciles à interpréter (fig. 2).

TABLEAU I.

Echelle arbitraire de rang pour nos charbons borains.

N <sup>o</sup> d'ordre conventionnel	Nom de la veine	Origine de la veine	Teneur en M.V. sur/pur
1	Famenne	Héribus - Levant	40,8
2	Jougueresse	Héribus - Levant	37,1
3	Veine à 2 Laies	14-17 - Levant	36,3
4	Grande Gade	14-17 - Levant	35,3
5	Cédixée	Héribus - Levant	33,5
6	Catelinotte	Hornu & Wasmes	31,0
7	Cédixée	14-17 - Levant	29,0
8		Hornu & Wasmes	27,0
9	Bibée	Hornu & Wasmes	25,7
10	St Edouard	Grisœuil	22,0
11		Tertre	19,6
12		Bernissart	17,8
13		Hensies	15,0

#### Décomposition granulétique.

Les charbons sont divisés par tamisage de façon à obtenir les sept fractions granulométriques suivantes : 0 - 0,6, 0,6 - 1, 1 - 2, 2 - 3, 3 - 5, 5 - 10 et > 10 mm.

Il est opéré avant et après broyage sur de larges échantillons moyens prélevés périodiquement.

On peut de la sorte suivre d'année en année l'évolution des fines du point de vue notamment des teneurs en matières volatiles et en cendres.

Un indice de schlamms est établi en multipliant le % de la fraction 0 - 0,6 mm par sa teneur en cendres.

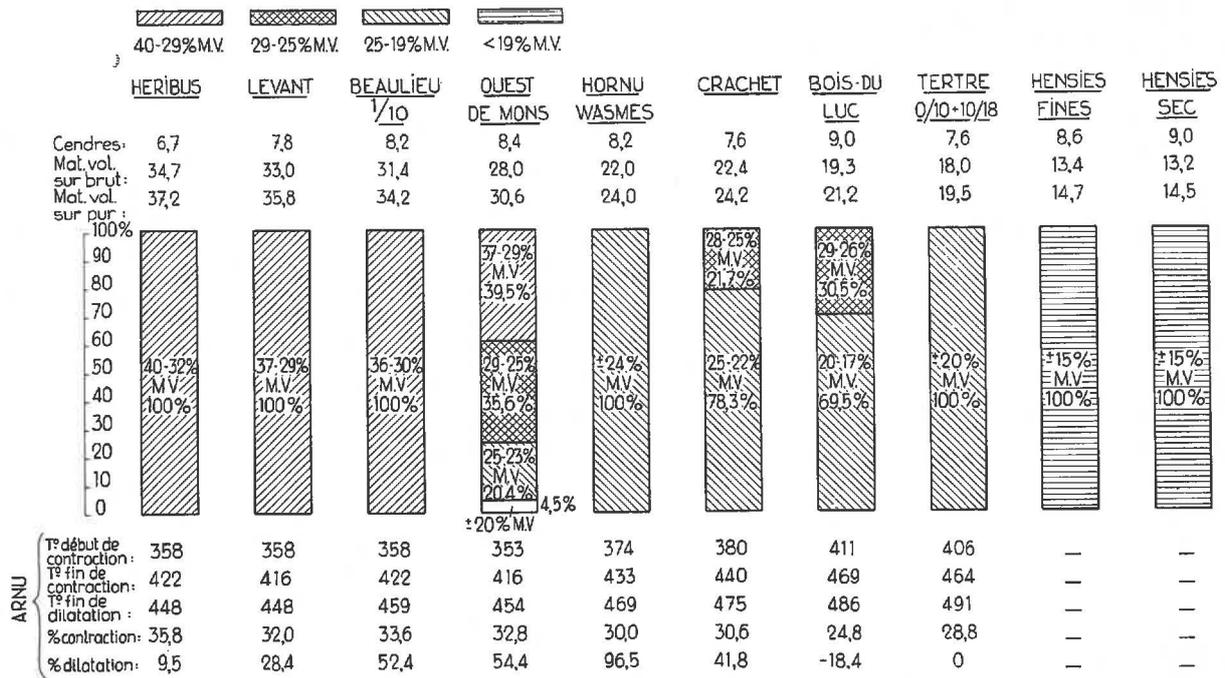


Fig. 2. — Histogramme du rang des fines du prélèvement du 17 mai 1958.

**Dureté des fines.**

Ce qu'il s'agit d'établir n'est pas la dureté telle qu'elle résulte de mesures du genre Brinell, mais bien une dureté pratique, fonction du comportement des structures pétrologiques des divers grains soumis à l'essai vis-à-vis des forces d'abrasion, d'écrasement, de percussion, de clivage qui interviennent.

Pour ce faire, on utilise un petit broyeur à barres en acier inoxydable dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Ø intérieur du cylindre : 100 mm
- Longueur intérieure : 190 mm
- Nombre de barres : 3
- Poids des barres : 450 g

Tous les essais ont été effectués sur des échantillons de 100 g de charbon. Le broyeur tourne à la vitesse constante de 80 tours/min. La durée du broyage reconnue la plus significative est de 4 min.

On a vérifié la bonne reproductibilité de résultats répétés. Les écarts maxima, comme le montre le graphique 3, sont de l'ordre de 4 %.

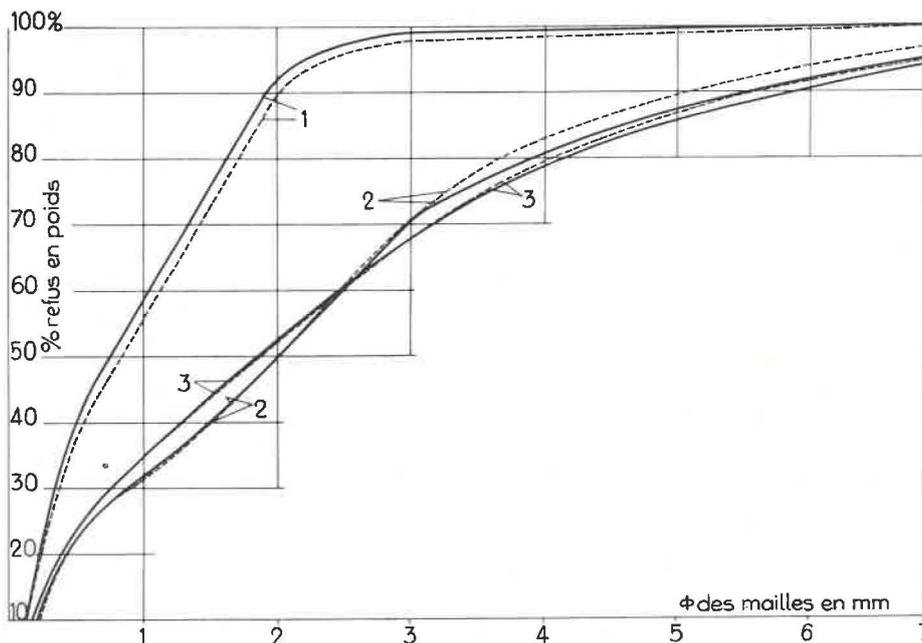


Fig. 3. — Reproductibilité des essais de broyage.

Le graphique 4 montre l'aspect de courbes de dureté obtenues sur la gamme des fines à coke de Campine. On voit de nettes différences de comportement de certaines de ces fines.

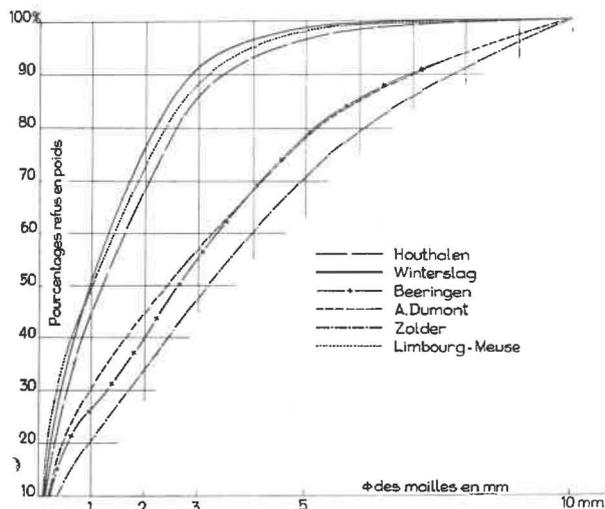


Fig. 4. — Duretés des campinois.

L'interprétation de ces courbes granulétiques que nous venons de montrer et leur comparaison peuvent être grandement améliorées en adoptant, entre autres, le mode de représentation graphique préconisé par Rosin-Rammler et Bennett. Selon ces auteurs, la composition granulétique d'un charbon obéit de la façon la plus satisfaisante à une loi exponentielle.

On peut de la sorte traduire les résultats expérimentaux des analyses granulétiques par des droites obtenues en coordonnées logarithmiques.

Cette représentation linéaire présente les avantages suivants : permettre d'utiliser, en arrivant au même but, un nombre de tamis moindre, d'obtenir par interpolation des renseignements fractionnaires sur le profil granulétique, de calculer des diamètres moyens des grains, la dispersion granulétique et, enfin, la surface spécifique des grains.

**Mise en évidence du comportement des charbons lors de leur pyrogénéation.**

Rappelons que la classification de Genève pour les charbons tient compte de l'indice des matières volatiles, de l'indice de gonflement et de la dilatation au dilatomètre d'Arnu, données qui conduisent aux trois chiffres du code adopté.

Les charbons valorisés à Terre sont compris entre les notations 6.2.3 et 4.1.1. du code de Genève.

Depuis 25 ans, nous l'avons dit, la cokéfaction industrielle est suivie chez nous par le dilatomètre d'Arnu et nous avons récemment mis au point un dispositif qui permet d'enregistrer simultanément les courbes de quatre charbons.

Occasionnellement, il est aussi fait appel au *plastomètre de Gieseler*, comme à la mesure de la pression de gonflement dans le dispositif de Koppers.

Il est par ailleurs intéressant d'enregistrer la *perte de poids* du charbon en fonction de la température.

Nous mesurons cette perte de poids à l'aide d'une thermobalance très sensible à amplification optique où l'échantillon de charbon est chauffé en milieu d'azote à la vitesse de 3°/min comme dans le dilatomètre et le plastomètre.

Les courbes obtenues sont caractéristiques pour chaque charbon de rang différent. Elles indiquent au début les pertes en humidité, eau de constitution et gaz occlus. Aux environs de 400°, la perte de poids augmente rapidement par suite du départ massif des matières volatiles lourdes. Ce dégagement devient maximum entre 450 et 500°. A ce moment, la plupart des charbons sont resolidifiés en semi-cokes. Le processus de perte de poids par dégazage se poursuit ensuite selon une vitesse décroissant progressivement.

Il était indiqué de chercher à superposer en un même graphique, en fonction de la température, les trois courbes : dilatométrique, plastométrique et gravimétrique.

La figure 5 représente un exemple d'une telle superposition pour l'un de nos charbons.

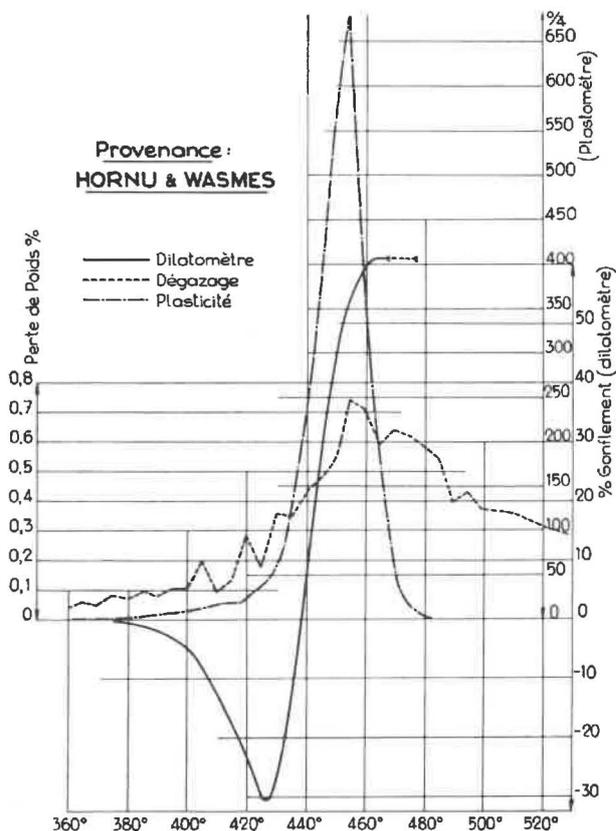


Fig. 5. — Superposition des courbes dilatométriques gravimétrique et plastométrique.

Les correspondances des points singuliers des trois courbes les uns par rapport aux autres sont particulièrement instructives, compte tenu de la position du point de resolidification *réelle* du charbon mesuré, soit au dilatomètre par pénétration, soit avec un plastomètre à couple variable.

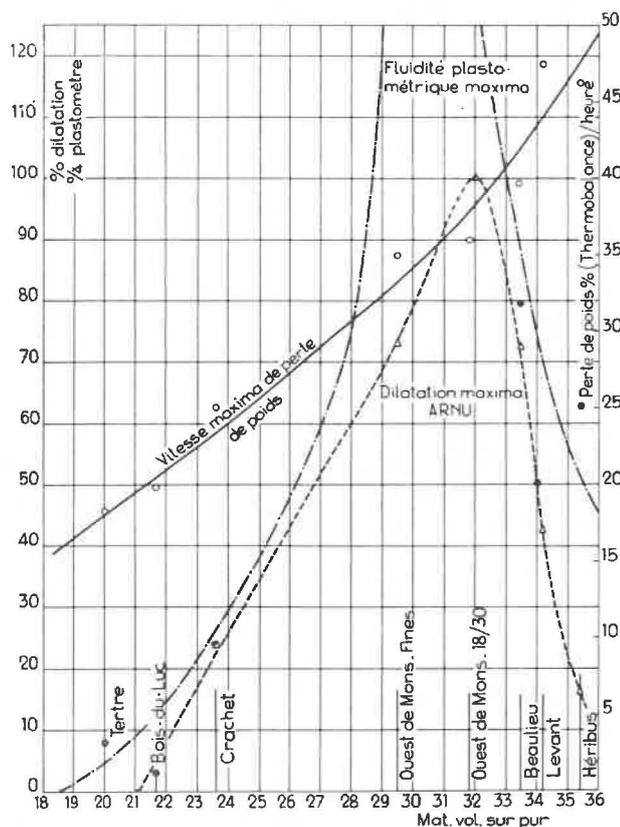


Fig. 6. — Relation entre les caractéristiques des courbes de dégazage, dilatométriques et plastométriques.

Dans la figure 6 sont donnés, pour l'ensemble des charbons considérés, les maxima observés pour la dilatation Arnu, la fluidité plastométrique et la vitesse de perte de poids.

Disons encore un mot des rendements en sous-produits de nos charbons. Pour les déterminer, nous nous sommes servis jusqu'ici de l'appareil de Koppers. Celui préconisé par Jenkner permet de traiter des échantillons plus importants et sera prochainement mis en service.

La figure 7 regroupe, en fonction de la teneur en matières volatiles, les rendements en sous-produits de nos divers charbons.

\* \* \*

### Essais de cokéfaction.

Pour multiplier les essais sans entraver la marche normale des batteries, nous avons eu recours à des enfournements à échelle semi-industrielle de 125 kg de pâte à coke dans des caisses en bois bardées de rubans de fer soudés entre eux.

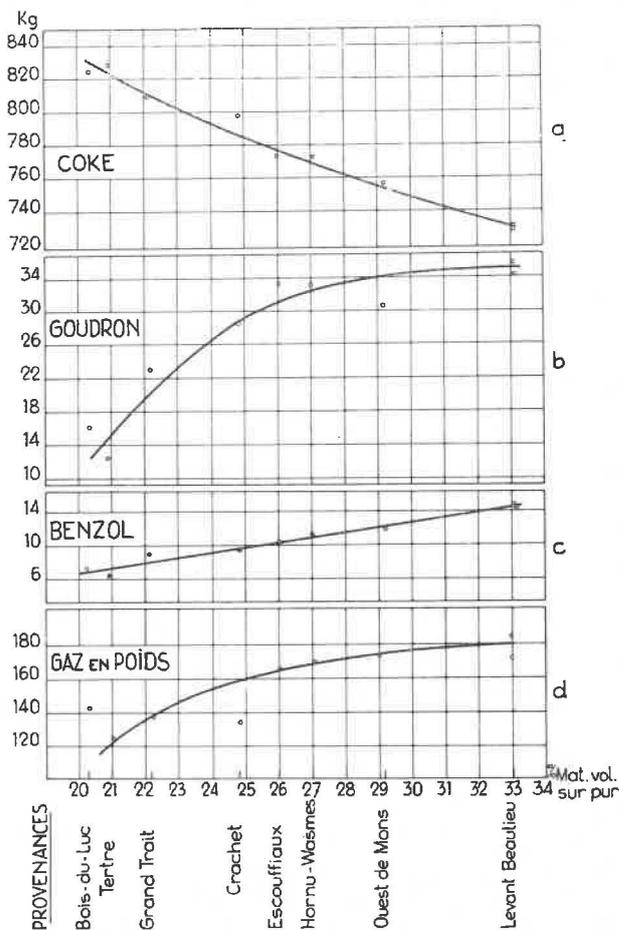


Fig. 7. — Rendements en sous-produits en fonction des matières volatiles sur pur.

Pour que l'étude des cokes obtenus de cette façon donne des renseignements extrapolables au coke fabriqué dans des conditions industrielles, notamment en ce qui concerne leur résistance physique évaluée par l'essai au trommel, il était nécessaire de rechercher s'il existait un coefficient de raccordement suffisamment constant entre les valeurs du refus  $M > 40$  mm et du  $M < 10$  mm au trommel des cokes obtenus en caisses et dans les fours industriels à partir d'une même pâte à coke.

Il a ainsi été trouvé que pour nos conditions à Tertre :

- l'indice  $M > 40$  du coke de four = 1,09 fois celui du coke de caisse ;
- l'indice  $M < 10$  du coke de four = 1,33 fois celui du coke de caisse.

Au cours de nos travaux, nous avons cherché à voir s'il existait des relations entre le comportement à la fusion passagère (examinée au dilatomètre) de chaque fraction granulétique de nos fines et la résistance mécanique au trommel des cokes obtenus en caisses à partir de celles-ci, et ce, compte tenu des corrections nécessaires.

La figure 8 montre les résultats obtenus pour un type de nos bons charbons à coke.

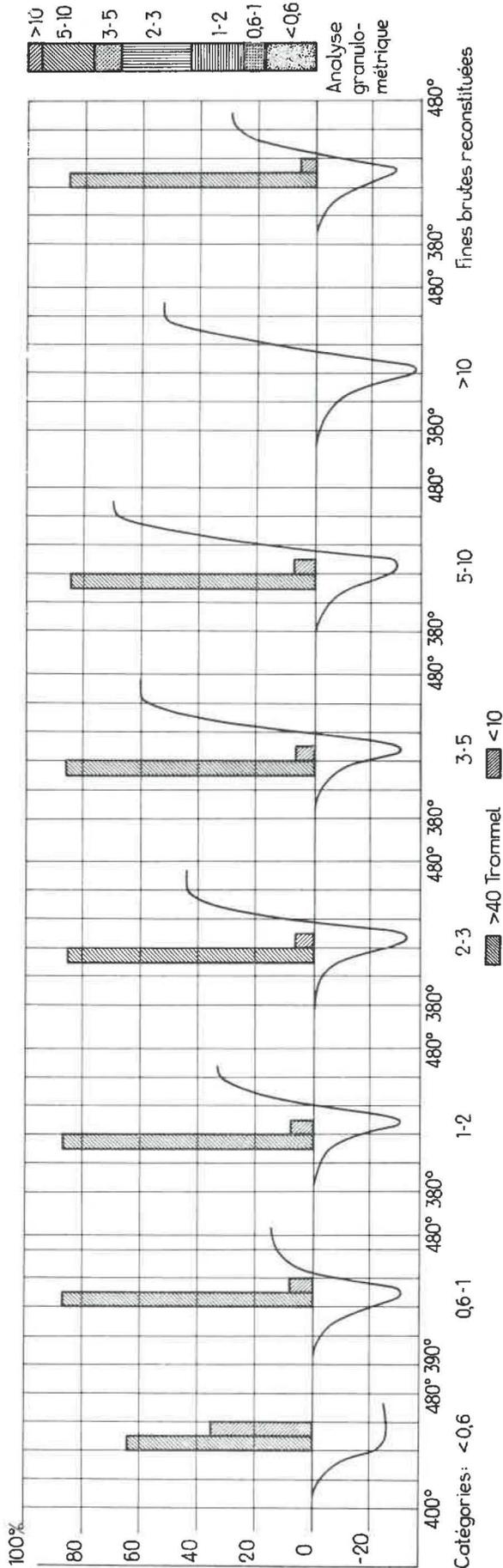


Fig. 8. — Essais dilatométriques 3°/min et trommel.

Passons maintenant à l'examen très important du mode de broyage des charbons destinés à la cokéfaction.

Considérons deux modes de broyage d'un mélange à carboniser :

1° le broyage dit « en ligne » réalisé jusqu'ici dans la majeure partie des cokeries et dans lequel les grains du mélange passent une seule fois au travers du broyeur ;

2° le broyage dit « méthodique » avec, par exemple, une coupure à 2 mm, les grains supérieurs à cette dimension étant recyclés sur un tamis dit « plafond » et ce, jusqu'à ce que toute la masse soit intégralement ramenée par le broyage en dessous de 2 mm.

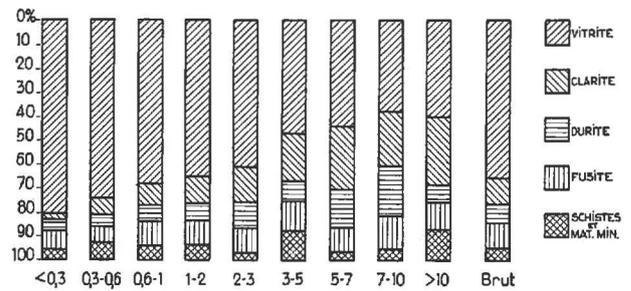


Fig. 9. — Schéma de la répartition des constituants pétrologiques dans les différentes fractions du mélange broyé en ligne.

Dans le premier cas, on peut voir sur l'histogramme de la figure 9, la variation de la composition pétrologique de chaque fraction par rapport à la fine brute. On constate que la répartition des composants pétrologiques est loin d'être uniforme d'une fraction à l'autre, comme on devrait le souhaiter : les teneurs en vitrinite décroissent régulièrement des fractions inférieures vers les fractions supérieures et les teneurs en clarite et durite varient en sens inverse.

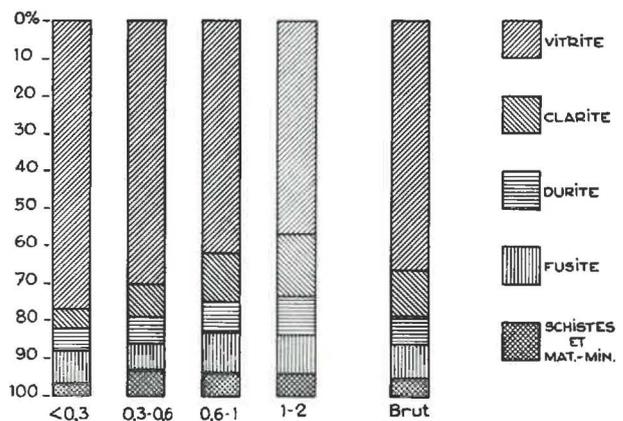


Fig. 10. — Schéma de la répartition des constituants pétrologiques dans les différentes fractions du mélange broyé méthodiquement.

Dans le cas du broyage méthodique (ou plafonné) (fig. 10), au contraire, on constate que la répartition des composants pétrologiques dans les diverses fractions marque une tendance vers l'homo-

générisation d'une fraction à l'autre. Il s'est donc opéré une meilleure répartition de chaque constituant pétrologique dans les différentes fractions.

Les observations et leurs conséquences sont confirmées par la répartition des courbes dilatométriques des fractions de tamisage.

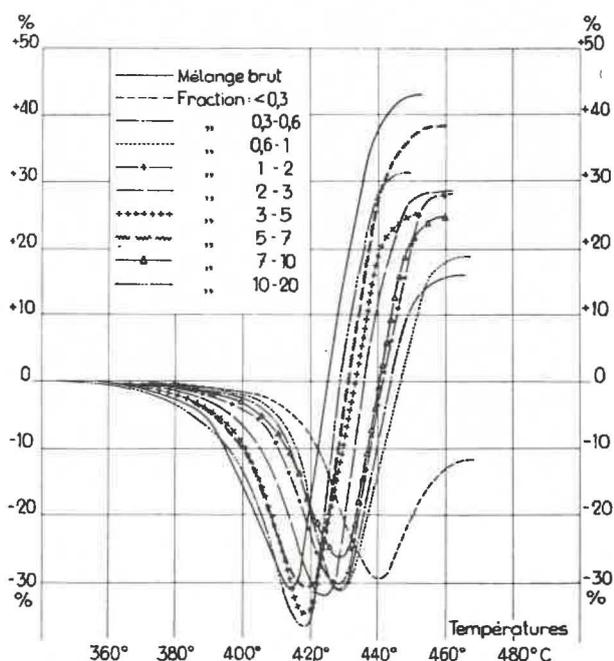


Fig. 11. — Courbes dilatométriques des fractions du mélange préparé par broyage en ligne.

La figure 11 montre le faisceau dispersé à la fois en amplitude et en température de gonflement propre aux fractions de charbon broyé en ligne.

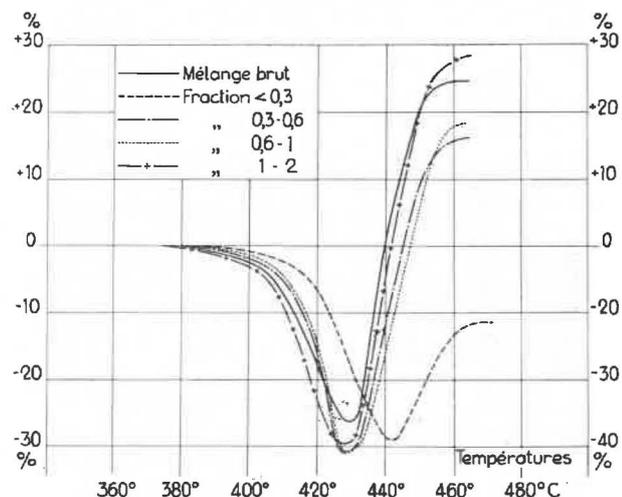


Fig. 12. — Courbes dilatométriques des fractions du mélange préparé par broyage méthodique.

La figure 12, au contraire, montre un groupement serré de courbes à caractères homogènes. Les valeurs des essais au trommel du coke résultant de la carbonisation du charbon broyé méthodiquement pré-

sentent un gain d'environ 7,5 % en  $M_{40}$  et une réduction de  $M_{10}$  de 1,5 % par rapport à celles d'un coke provenant du même charbon broyé en ligne.

L'examen optique du charbon et du coke correspondant permet de déceler nettement une des causes de la formation de fissures au travers de la structure de coques, à savoir la présence de charbons insuffisamment débarrassés, par broyage, des gros

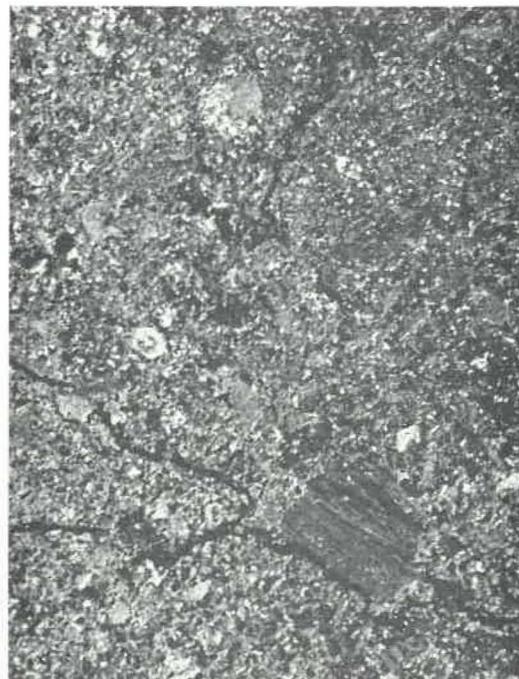


Fig. 13.

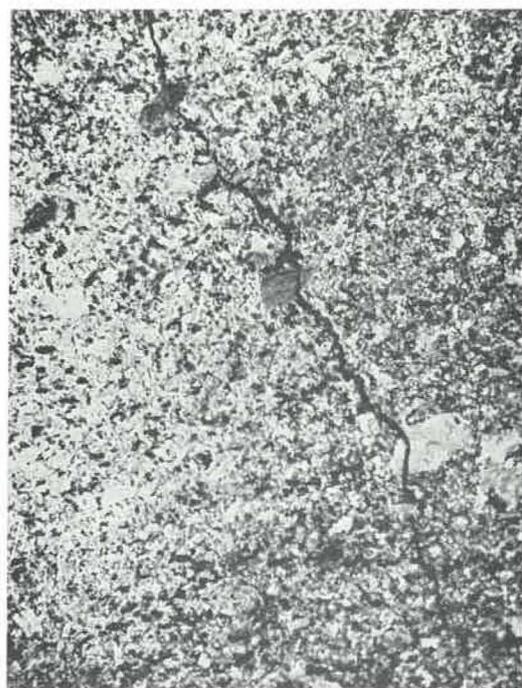


Fig. 14.

grains de durite infusible, notamment provenant de charbons gras.

Les photos figures 13 et 14 montrent clairement comment les gros grains de durite infusible carbonisés jouent le rôle de « relais » au trajet des fissures.

\* \* \*

Les praticiens savent la difficulté que l'on éprouve à caractériser, par des essais comparatifs significatifs, les qualités ou les défauts de la structure ou des propriétés mécaniques de *cokes* différents. Parmi les essais particuliers d'identification retenus à Tertre, nous citerons d'abord ceux déjà anciens tendant à étudier la structure.

L'impression de surface polie et encrée, obtenue à la presse sur papier, de coupe de coke selon la technique de Rose permet d'apprécier la forme, les dimensions et les associations des pores des cokes.

Puis est venu l'examen optique au microscope binoculaire en lumière réfléchi, lequel a permis de pousser plus loin l'étude de la structure cellulaire et même de mesurer, grâce à la table intégratrice, les diamètres de pores et l'épaisseur des parois de ceux-ci et d'en dresser des statistiques.

Si l'on superpose à présent l'emploi de la *lumière polarisée* au moyen déjà perfectionné que donne l'examen au microscope, on constate qu'un nouveau mode de différenciation des structures du coke par le degré d'anisotropie qu'il présente est à disposition. Cette anisotropie est en liaison avec des états différents de tensions internes du coke, lesquels doivent influencer sur certaines de ses propriétés physiques.

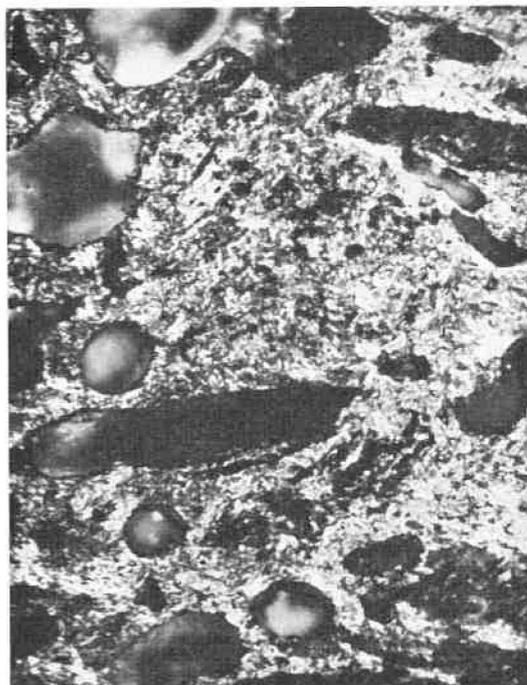


Fig. 16.

Selon le rang, on note différents types d'anisotropie.

Au delà de 35 % de M.V. dans le charbon, le coke correspondant est isotrope.

La photo 15 représente un type d'anisotropie granulaire propre à un charbon peu évolué à environ 30 % de M.V. La photo 16 montre de l'anisotropie *grenue* (27 % de M.V.) ; la photo 17 illustre le

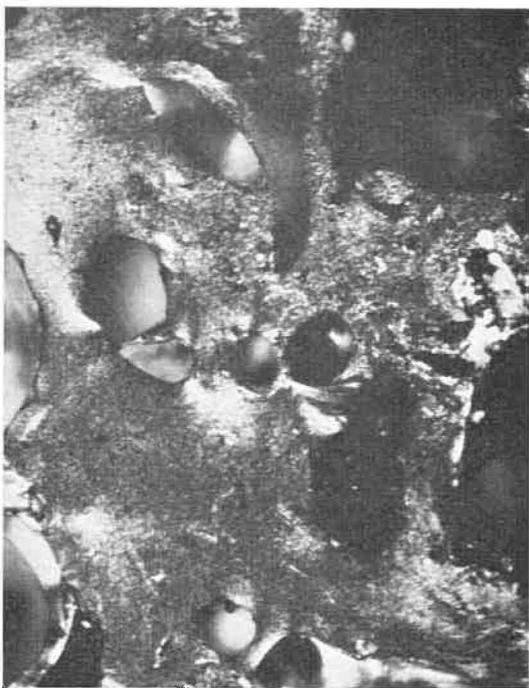


Fig. 15.

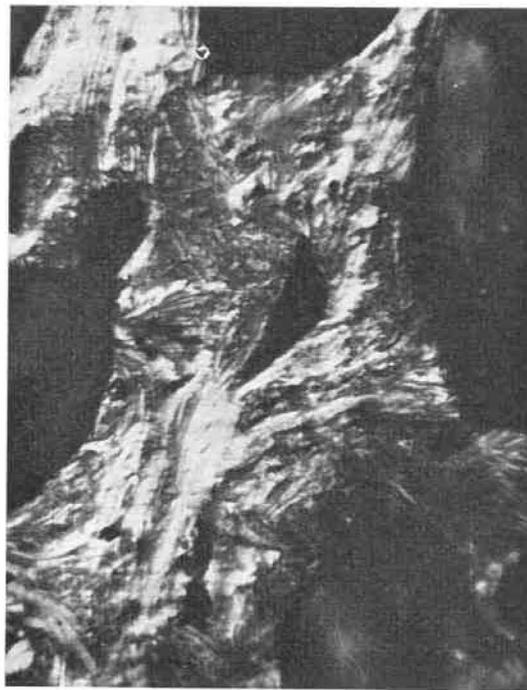


Fig. 17.

type fibreux (25 % de M.V.) ; puis, 18, le type d'anisotropie en bandes (21 % de M.V.).



Fig. 18.

Le tableau II montre l'excellente corrélation entre l'examen optique de la réflectance des surfaces polies du charbon et l'examen en lumière polarisée des coques correspondants.

TABLEAU II.

% de matières volatiles sur pur	N° d'ordre conventionnel d'éclat du vitrite du charbon	Aspect du coke en lumière polarisée
> 35 %	1-2-3-4	Coke isotrope
35 - 28 %	5-6-7	Anisotropie granulaire partielle (petites plages = 1 μ)
27 %	8	Anisotropie grenue (plages : 2 à 6 μ)
25,7 %	9	Anisotropie fibro-grenue (plages de grandeur variable)
22,2 %	10	Anisotropie fibreuse (plages de grandeur variable)
19,6 %	11	Anisotropie en bandes
15 %	13	Anisotropie de toute la surface des grains

En résumé, il nous semble que l'examen des coques en lumière polarisée constitue une technique de recherche pleine de promesse.

Elle permet de retrouver le rang des charbons d'origine, de discerner les anisotropies au contact des grains en provenance de charbons différents, ou dues à l'intervention d'un dégraissant (quantité, finesse), enfin de mettre en évidence la présence nuisible de gros grains infusibles.

\* \* \*

Pour le praticien, la solidité mécanique du coke et son profil granulétique sont essentiels.

De ce dernier point de vue on s'est efforcé de développer des représentations graphiques susceptibles d'interprétations utiles.

Nous avons surtout retenu les représentations proposées par Thibaut et par Graff.

La représentation en coordonnées logarithmico-normales de Thibaut permet d'exprimer par une droite environ 70 % en poids des résultats de l'analyse granulétique d'un lot de coke. La pente de cette droite définit le coefficient K d'homogénéité granulétique, plus K est petit, meilleure est l'homogénéité. Par ailleurs, on définit l'ordonnée de la droite correspondant à 50 % de refus et de tamisat, ce qui donne l'ouverture de la passoire M retenant la moitié du coke considéré.

A titre d'exemple, donnons les caractéristiques Thibaut de trois coques industriels :

	Coke I	Coke II	Coke III
M en mm	90	108	104
K	0,2837	0,2630	0,2184

On peut en conclure que, si le coke II est plus gros, le coke III est le meilleur du point de vue homogénéité.

**Représentation suivant Graff.**

Cet indice est composé à partir des résultats de l'analyse granulométrique avant et après trommel. Il se formule comme suit :

$$k = \frac{A \times D}{100 (L + 0,75 S)}$$

expression dans laquelle :

- A = % fraction granulométrique > 60 mm
  - L = % fraction granulométrique < 10 mm
  - S = % fraction granulométrique entre 20 et 40 mm
  - D = % fraction granulométrique > 60 mm avant trommel.
- } après trommel

La valeur de D doit être aussi grande que possible. Elle est une mesure de la qualité du criblage

à la cokerie et fournit une indication sur la façon dont le coke a supporté le transport.

La valeur de A doit également être aussi grande que possible : elle constitue une mesure de la façon dont la fraction en gros coke a supporté l'essai au trommel.

On synthétise la signification des deux nombres A et D en considérant leur produit  $\frac{A \times D}{100}$  : il fournit la fraction centésimale du coke > 60 mm qui existe avant et subsiste après trommel.

La valeur de S doit être aussi petite que possible : elle constitue une mesure du degré de fragmentation de la fraction du gros coke en morceaux entre 20 et 40 mm.

La valeur de L doit être aussi petite que possible. Elle est la mesure de l'importance avec laquelle apparaissent des poussières de coke.

Les deux valeurs L et S peuvent être synthétisées sous un seul et même nombre de telle sorte que des cokes de nature différente peuvent être différenciés entre eux par leur degré d'abrasivité et leur degré de morcellement S.

La représentation graphique porte en abscisses la valeur  $L + \frac{3}{4} S$  et en ordonnées la valeur  $A \times D$ .

100

Il faut remarquer que ce n'est pas tant la situation sur l'image Graff du point k qui est intéressante,

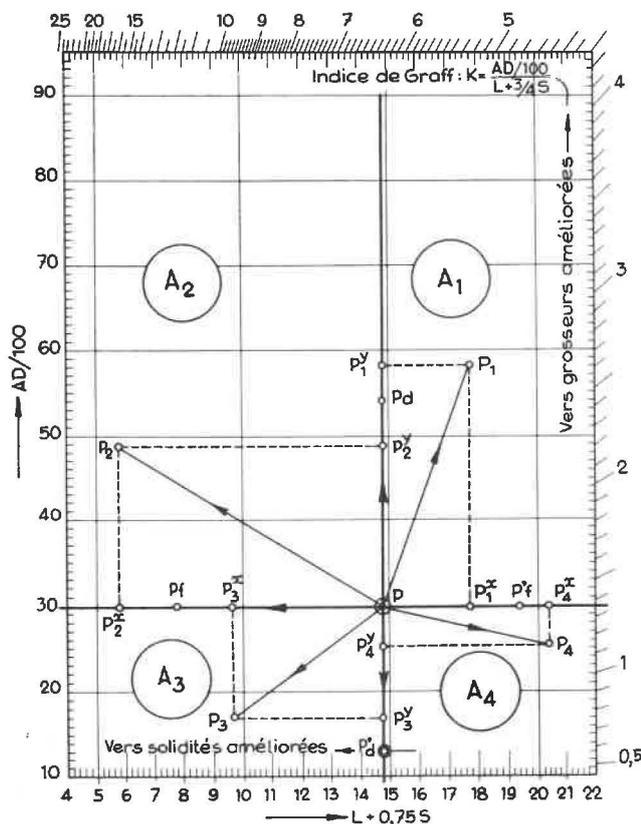


Fig. 19. — Image de la solidité du coke.

mais surtout son déplacement lorsqu'on cherche, par exemple, à situer le point représentatif d'une pâte à coke donnée par rapport au point représentatif d'une pâte à coke de référence. Nous avons utilisé cet artifice avec très grand profit pour l'étude des cokes dérivés des divers charbons.

La figure 19 montre que le déplacement du point p dans la direction A<sub>2</sub> est optimum, la direction A<sub>3</sub> pouvant également être retenue dans certains cas.

\* \* \*

Nous arrêterons ici l'exposé des quelques études entreprises pour la meilleure connaissance de nos charbons et de leur comportement à la cokéfaction.

Ces études ont également guidé notre cokerie pour l'amélioration et la modernisation de ses installations.

Ces améliorations ont visé à permettre, à la réception, un broyage individuel des classés et criblés des diverses provenances, ceci avant le stockage par sorte de charbon,

et à permettre également, après dosage, un pré-broyage sans excès des charbons gras les plus durs, ainsi qu'un prébroyage des charbons d'appoint 1/2 gras et 3/4 gras.

Ces possibilités nouvelles, de même que l'insertion de mélangeurs à vis dans la ligne de transport sur les batteries, ont amélioré la structure du coke, sa solidité et sa régularité granulétique en dépit de la diminution des qualités cokéfiantes des charbons traités.

\* \* \*

Disons maintenant quelques mots du problème gaz, très complexe dans notre cokerie et qui a été résolu ces dernières années grâce à un dispositif poussé de régulation du pouvoir calorifique tant sur les gaz d'émission que sur le gaz de chauffage riche.

Le gaz d'émission, à 4.250 kcal, comporte du gaz de cokerie débenzolé, du gaz reformé obtenu par traitement catalytique à l'air du grisou, du gaz de gazogène. On y ajoute du restgas riche et une fraction pauvre (CO + N<sub>2</sub>) issus du fractionnement Linde. Malgré cette complexité, dont nous parlons, le problème de la régulation a été résolu de façon satisfaisante par un régulateur de proportion Reineke-Junkers, associé à un régulateur de pouvoir calorifique agissant comme correcteur.

Quant au gaz riche de chauffage, ses éléments constitutifs sont le restgas riche de synthèse, le grisou non utilisé au reforming, le gaz débenzolé excédentaire, du gaz de gazogène et de l'air. Le système de régulation est similaire au précédent, mais le problème est compliqué par les sécurités que demande l'introduction d'air. L'étendue du réglage va de 3.000 à 7.000 kcal/m<sup>3</sup> (en principe on chauffe avec

un gaz à 5.000 kcal/m<sup>3</sup>). La précision obtenue est de ± 50 kcal/m<sup>3</sup> malgré les variations très rapides qui sont observées sur le réseau de gaz résiduel de synthèse.

\* \* \*

Dans le domaine des sous-produits de la cokerie, nous voudrions juste vous signaler un effort récent pour introduire un peu de lumière dans un secteur bien noir, celui du goudron.

Ayant mis au point un dispositif de chromatographie gazeuse susceptible d'opérer jusque 360°, dans lequel peuvent être passées des vapeurs de produits bouillant jusque 500°, nous avons rendu possible la chromatographie gazeuse du goudron (1).

La figure 20 représente le dispositif utilisé dans notre laboratoire.

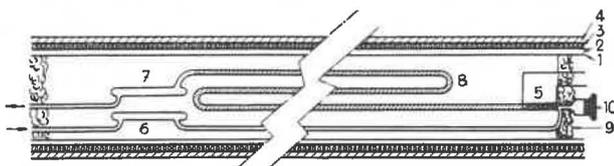


Fig. 20. — Colonne chromatographique.

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Blindage                 | 6. Catharomètre d'entrée  |
| 2. Tube pyrex               | 7. Catharomètre de sortie |
| 3. Enroulement de chauffage | 8. Colonne                |
| 4. Amiante                  | 9. Ouate de verre         |
| 5. Chauffage d'appoint      | 10. Bouchon à sérum.      |

Grâce notamment à l'amabilité de la Gesellschaft für Teerverwertung, nous avons pu réunir 80 produits purs du goudron et déterminer leur constante chromatographique (temps de rétention), ce qui a permis d'étalonner les chromatogrammes obtenus, tel

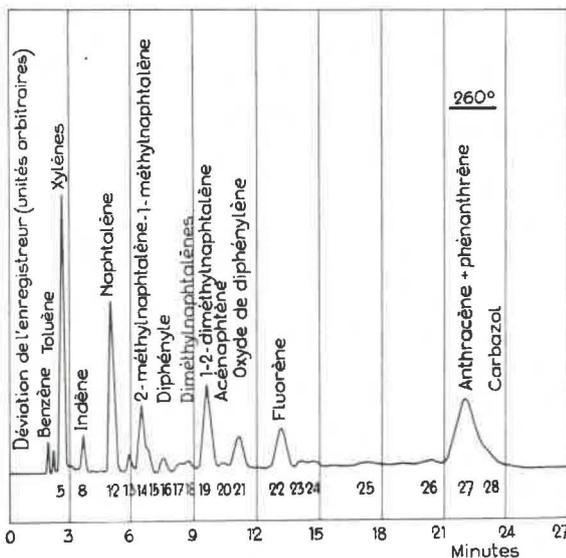


Fig. 21.

(1) Dupire et Botquin - Anal. Chim. Acta, 18, 282 (1958).

celui représenté sur la figure 21. On peut donc désormais analyser quantitativement un goudron brut et, bien entendu, toute fraction de distillation de ce goudron.

Pour donner une idée de la précision réalisable, le tableau III montre les résultats obtenus sur un mélange synthétique de 21 produits différents bouillant entre 56°3 et 460°.

A titre encore d'exemple, regardons (tableau IV) ce que peut apporter l'analyse chromatographique de naphthalines techniques de point de fusion croissant.

Nous pensons que cette technique analytique ouvre de nouvelles possibilités plus fines en vue de guider la valorisation du goudron.

\* \* \*

Pour achever cet exposé, qui visait avant tout à rappeler dans leurs grandes lignes nos travaux en liaison avec l'évolution des techniques de cokéfaction, nous voudrions encore évoquer la très importante intégration « chimie-cokerie » que le complexe de Terre a permis de réaliser.

Tableau III  
Analyse d'un mélange synthétique.

N°	Produit	% pesé	% dosé
1	acétone (56°3)	1,00	0,9
2	benzène (80°2)	11,23	12,9
3	toluène (110°6)	11,36	13,0
4	o-xylène (144°4)	6,62	6,6
5	pseudo-cumène (169°3)	12,00	12,2
6	indène (183°1)	6,79	5,4
7	naphthalène (217°9)	5,48	4,5
8	β-méthyl-naphthalène (241°0)	6,65	6,5
9	α-méthyl-naphthalène (244°6)	3,42	3,5
10	diphényle (259°9)	2,82	2,8
11	2-6 diméthyl-naphthalène (262°)	2,00	2,1
12	1-2 diméthyl-naphthalène (271°4)	4,95	4,8
13	acénaphtène (276°9)	6,50	6,4
14	oxyde de diphénylène (285°1)	2,38	2,5
15	fluorène (297°9)	2,11	2,0
16	phénanthrène (336°8)	2,32	2,0
17	fluoranthrène (383°5)	1,81	1,9
18	pyrène (393°5)	6,35	6,5
19	1-2 benz-fluorène (407°)	0,93	0,5
20	chrysène (440°7)	1,56	1,7
21	pérylène (460°)	1,72	1,3
		100,0	100,0

TABLEAU IV.  
Examen de naphthaline technique.

Composés	%	%	%	%	%	%
Indène	—	—	0,6	0,3	0,4	0,2
1-2-4-5 tétraméthylbenzène (?)	—	0,4	—	0,2	—	—
1-2-3-4 tétraméthylbenzène (?)	—	0,3	—	0,2	—	—
Thionaphtène	0,6	0,9	1,0	1,4	1,7	1,8
2-méthylnaphthalène	—	—	0,3	0,5	0,6	0,8
Diphényle	—	—	—	—	0,1	0,1
S. des bases	—	—	0,1	—	0,1	0,5
S. des acides	—	—	—	—	—	—
Naphtalène	99,4	98,4	98,0	97,4	97,1	96,6
S. impuretés	0,6	1,6	2,0	2,6	2,9	3,4
Point de fusion	80,1° (*)	79,7°	79,3°	79,0°	78,9°	78,7°
S. impuretés prévues (**)	0,6	1,5	2,1	2,7	3,0	3,5

(\*) Naphtaline technique de Merck n° 6204

(\*\*) Selon Koppers, en fonction du point de fusion

La Société Carbochimique a développé, au départ de l'hydrogène du gaz, une vaste production d'ammoniaque de synthèse et d'acide nitrique en vue de la préparation d'engrais simples et complexes et prochainement d'urée.

L'éthylène du gaz a, de son côté, été valorisé : les procédés originaux mis au point à Tertre font également l'objet d'exploitations en Finlande, en Suède, en Angleterre et bientôt en France.

En accord avec d'autres Sociétés en Belgique ont été réalisées la fabrication de nombreux produits tensio-actifs et détergents, ainsi que la synthèse d'une classe nouvelle d'agents fongicides.

Enfin la chimie des colorants a également retenu toute notre attention et de nouveaux développements sont en préparation.

Ces développements, une semblable extension de la valorisation du charbon, ne sont possibles que dans de vastes ensembles industriels et exigent de très longues et onéreuses études qui demandent à rencontrer l'intérêt de la Communauté.

Notre but aujourd'hui était de vous donner une idée de l'effort que nous poursuivons ici dans le désir d'apporter, nous aussi, notre contribution à la mise en œuvre de cette matière première, à laquelle vous vouez tous vos soins, le charbon.

Tertre, le 11 octobre 1958.

## VIII. — VISITE DES INSTALLATIONS DES S. A. CARBOCHIMIQUE ET CARBONISATION CENTRALE A TERTRE

### 1. La cokerie de la S. A. Carbonisation Centrale.

La S.A. Carbonisation Centrale a été constituée en 1928 par un groupe de charbonnages du Centre et du Borinage, désireux de réaliser la carbonisation de leurs charbons dans une installation de grande capacité. Elle exploite 152 fours groupés en 4 batteries de 38 fours chacune : 3 batteries de construction Union Chimique Belge, datant des années 1931 à 1936, et une batterie Coppée construite en 1953. Une cinquième batterie est disponible pour reconstruction.

Les fours peuvent être chauffés, soit au gaz riche à  $\pm 5.000$  kcal/m<sup>3</sup>, soit au gaz pauvre  $\pm 1.200$

kcal/m<sup>3</sup>. La capacité maximum d'enfournement est de 3.200 t de charbon par jour.

Le circuit de préparation du charbon d'une capacité de 500 tonnes à l'heure comporte les installations habituelles de manutention, de stockage et de broyage. Il est organisé en vue de mélanges très complexes et permet le broyage séparé des charbons les moins fusibles.

Après défournement et extinction du type « humide », le coke passe dans une installation du criblage d'une capacité de 140 t/h, puis les différents calibres sont dirigés vers les silos d'expédition.

Les gaz de distillation séparés des goudrons et de l'eau ammoniacale, traversent des électrofiltres qui parachèvent le dégoudronnage. On effectue ensuite leur désulfuration par le procédé Otto-Staatsmijnen et leur débenzolage dans une installation Koppers capable de traiter 1.100.000 m<sup>3</sup> de gaz par 24 heures.

La majeure partie du gaz épuré est livrée à la Société Carbochimique qui en extrait l'hydrogène et l'éthylène ou à la Société Distrigaz qui l'achemine vers le réseau de distribution publique.

Pour assurer la souplesse voulue à l'émission de gaz, la Carbonisation Centrale dispose de 2 groupes de gazogènes alimentés au coke, susceptibles de produire respectivement 240.000 et 900.000 m<sup>3</sup> de gaz pauvre par jour. Elle dispose également d'une installation de cracking autothermique du grisou, qui permet de réaliser un gaz pauvre à 1.750 kcal/m<sup>3</sup> à partir du grisou capté dans les différents charbonnages du bassin sud.

L'atelier de traitement des sous-produits comporte une colonne de distillation capable de produire 70 t/j de benzol-moteur et des colonnes à produits purs (benzène, toluène, xylène) d'une capacité de 25 t/j.

La distillerie continue de goudrons peut traiter 125 t/j; elle sépare le brai et les huiles diverses : légères, phénoliques, de débenzolage et anthracéniques. De ces deux dernières, on extrait, par cristallisation, la naphthaline et l'anthracène.

## 2. La Société Carbochimique.

La Société Carbochimique, constituée à la même époque que sa sœur jumelle, la Carbonisation Centrale, a pour activité primordiale la fabrication de l'ammoniaque de synthèse et des engrais azotés.

\* \* \*

La réunion de la septième session de la Commission de Valorisation du Charbon de la C.E.C.A. a fourni l'occasion de passer en revue l'évolution des principales industries belges de valorisation de la houille et de souligner quelques aspects des recherches en cours dans ce domaine.

A l'heure même où l'industrie charbonnière d'Europe occidentale traverse une crise grave, le

L'usine dispose actuellement de deux sources d'hydrogène : le gaz de cokerie fourni par la Carbonisation Centrale et le grisou provenant du réseau, qui relie la Carbochimique aux divers charbonnages du bassin sud.

Après épuration, le gaz de cokerie subit un fractionnement par le procédé Linde.

Le grisou provenant des charbonnages subit un cracking (procédé Fauser) suivi d'une conversion.

Une troisième installation de production d'hydrogène par cracking, de fuel-oil, sous pression et à l'oxygène (procédé Texaco) est actuellement en montage.

La synthèse de l'ammoniaque s'effectue par catalyse sous haute pression, selon la technique Casale.

L'oxydation de l'ammoniaque en acide nitrique est réalisée par le procédé Fauser.

Trois catégories d'engrais sont fabriqués : le nitrate ammoniacal, le sulfate ammoniacal et des engrais ternaires résultant de l'attaque des phosphates naturels par l'acide nitrique.

Un autre engrais à très haute teneur en azote, l'urée, sera fabriqué sous peu, suivant la technique Stamicarbon, par synthèse au départ de l'ammoniaque et de l'anhydride carbonique.

A l'heure actuelle, la production annuelle des différents engrais dépasse largement 300.000 tonnes.

La Société Carbochimique s'est également intéressée à la valorisation de l'éthylène à partir duquel elle produit l'oxyde d'éthylène, les glycols (antigel), les polyglycols, les amines et les agents tensio-actifs.

Enfin, elle a mise sur pied une division « Colorants » où sont produits différentes catégories de colorants et de pigments organiques dérivés du goudron.

maintien et le développement des industries de transformation et de valorisation du charbon prend une importance toute particulière. Il importe qu'un effort accru soit consenti dans ce domaine, visant notamment :

- a) la recherche scientifique ;
- b) la concentration de la production dans de grandes unités.