

Table des Matières du demi-siècle des ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière publie la **Table des matières** des « Annales des Mines de Belgique », dite « du demi-siècle ». Elle couvre la période du 9 mars 1896, date de la création de la revue, à mai 1952.

La matière a été inventoriée et classée suivant la classification alpha-décimale employée pour les fiches d'Inichar.

L'énorme matière contenue dans ce demi-siècle d'Annales des Mines est ainsi rendue accessible et constitue une richesse nouvelle.

Le table des index figure en tête de l'ouvrage. Les articles sont énumérés sous forme de référence bibliographique. Pour chacun, on trouve l'index, l'auteur, le titre, l'année, la page et le nombre de figures.

La composition typographique permet la découpe de chacune de ces références. Elles peuvent alors être collées sur un carton 10 × 15 cm de façon à constituer une fiche du modèle Inichar. On peut les insérer dans le fichier habituel. Elles ne comportent toutefois pas de résumé.

Si l'on découpe ainsi les pages pour constituer des fiches, il conviendra de se procurer deux volumes; une face de chaque feuille étant en effet inutilisable. Nous aurions pu n'imprimer que la face recto de chaque feuille, mais alors l'ouvrage doublait de volume pour ceux qui désirent le garder sous cette forme.

Tous les abonnés aux Annales doivent posséder la Table des matières qui est le complément indispensable de la collection.

D'autre part, les destinataires des fiches « Inichar » donneront à leur fichier une valeur nouvelle en y incorporant comme il est dit ci-dessus, les fiches relatives aux Annales pour les années 1896-1952.

Le volume compte 484 pages 16 × 24 cm. Il est vendu par l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, 7, boulevard Frère-Orban à Liège, au prix de 200 F.

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE
L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR
DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, 7, boulevard Frère-Orban — Tél. 32.21.98

Renseignements statistiques. — Fédéchar et Inichar : Commission de Valorisation de la C.E.C.A., 7^{me} session, octobre 1958. — J. Leclercq : Inflammations d'huile provoquées par la blessure de câbles électriques. — G. Logelain : Journée d'étude consacrée à la formation professionnelle dans l'industrie charbonnière belge. — W. Kinder : Analyse des gaz à l'aide du grisoumètre interférentiel. — Inichar : Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

COMITE DE PATRONAGE

- MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
L. BRACONIER, Administrateur-Directeur-Gérant de la S. A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
L. CANIVET, Président Honoraire de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Bruxelles.
P. CELIS, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
P. CULOT, Président de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Mons.
P. DE GROOTE, Ancien Ministre, Président de l'Université Libre de Bruxelles, à Uccle.
L. DEHASSE, Président d'Honneur de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Bruxelles.
A. DELATTRE, Ancien Ministre, à Paturages.
A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
L. DENOEL, Professeur émérite de l'Université de Liège, à Liège.
N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
P. FOURMARIER, Professeur émérite de l'Université de Liège, à Liège.
L. GREINER, Président d'Honneur du Groupement des Hauts Fourneaux et Acières Belges, à Bruxelles.
M. GUERIN, Inspecteur général honoraire des Mines, à Liège.
L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
E. LEBLANC, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
A. MEILLEUR, Administrateur-Délégué de la S. A. des Charbonnages de Bonne Espérance, à Lambusart.
A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
I. ORBAN, Administrateur-Directeur Général de la S. A. des Charbonnages de Mariemont-Bascoup, à Bruxelles.
G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
E. ROLLIN (Baron), Président de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
O. SEUTIN, Directeur-Gérant honoraire de la S. A. des Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Bruxelles.
R. TOUBEAU, Professeur honoraire d'Exploitation des Mines à la Faculté Polytechnique de Mons, à Mons.
P. van der REST, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Acières Belges, à Bruxelles.
J. VAN OIRBEEK, Président de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.

BESCHERMEND COMITE

- HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur generaal der Mijnen, te Wemmel.
L. BRACONIER, Administrateur-Directeur-Gerant van de N. V. « Charbonnages de la Grande Bacnure », te Luik.
L. CANIVET, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Brussel.
P. CELIS, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid, te Brussel.
P. CULOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Bergen.
P. DE GROOTE, Oud-Minister, Voorzitter van de Vrije Universiteit Brussel, te Ukkel.
L. DEHASSE, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Brussel.
A. DELATTRE, Oud-Minister, te Paturages.
A. DELMER, Ere Secretaris Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, te Brussel.
L. DENOEL, Emeritus Hoogleraar aan de Universiteit van Luik, te Luik.
N. DESSARD, Ere-Vorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
P. FOURMARIER, Emeritus Hoogleraar aan de Universiteit van Luik, te Luik.
L. GREINER, Ere-Voorzitter van de « Groupement des Hauts-Fourneaux et Acières Belges », te Brussel.
M. GUERIN, Ere Inspecteur generaal der Mijnen, te Luik.
L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven, te Brussel.
E. LEBLANC, Voorzitter van de Kolenmijn-Vereniging van het Kempisch Bekken, te Brussel.
J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Marcinelle.
A. MEILLEUR, Afgevaardigde-Beheerder van de N. V. « Charbonnages de Bonne Espérance », te Lambusart.
A. MEYERS (Baron), Ere Directeur generaal der Mijnen, te Brussel.
I. ORBAN, Administrateur-Directeur Generaal van de N. V. « Charbonnages de Mariemont-Bascoup », te Brussel.
G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
E. ROLLIN (Baron), Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
O. SEUTIN, Ere Directeur-Gerant van de N. V. der Kolenmijnen Limburg-Maas, te Brussel.
R. TOUBEAU, Ere-Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Polytechnische Faculteit van Bergen, te Bergen.
P. van der REST, Voorzitter van de « Groupement des Hauts-Fourneaux et Acières Belges », te Brussel.
J. VAN OIRBEEK, Voorzitter van de Federatie der Zink-, Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non-ferro Metalenfabrieken te Brussel.

COMITE DIRECTEUR

- MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
J. VENTER, Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, à Liège, Vice-Président.
P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
C. DEMEURE de LESPALU, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
H. FRESON, Directeur divisionnaire des Mines, à Bruxelles.
P. GERARD, Directeur divisionnaire des Mines, à Hasselt.
H. LABASSE, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Embourg.
J. M. LAURENT, Directeur Divisionnaire des Mines, à Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique,

BESTUURSCOMITE

- HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
J. VENTER, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.
P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap « Evence Coppée et Cie », te Brussel.
C. DEMEURE de LESPALU, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
H. FRESON, Afdelingsdirecteur der Mijnen, te Brussel.
P. GERARD, Afdelingsdirecteur der Mijnen, te Hasselt.
H. LABASSE, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Embourg.
J.M. LAURENT, Divisie Directeur der Mijnen, te Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

N° 1 — Janvier 1959

ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

Nr 1 — Januari 1959

Direction-Rédaction :

**INSTITUT NATIONAL
DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE**

LIEGE, 7, boulevard Frère-Orban - Tél. 32.21.98

Directie-Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT
VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID**

P 1273

Sommaire — Inhoud



Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes 4

FEDECHAR et INICAR. — Commission de Valorisation du Charbon de la C.E.C.A. — 7^e session, Belgique, octobre 1958 9

MEMOIRE

J. LECLERCQ. — Inflammations d'huile provoquées par la blessure de câbles électriques 56

NOTES DIVERSES

G. LOGELAIN. — Journée d'étude consacrée à la formation professionnelle dans l'industrie charbonnière belge 78

W. KINDER. — L'analyse des gaz à l'aide du grisoumètre interférentiel 83

BIBLIOGRAPHIE

INICAR. — Revue de la littérature technique 88

Divers 104

COMMUNIQUES

Reproduction, adaptation et traduction autorisées en citant le titre de la Revue, la date et l'auteur.

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIEN
BRUXELLES 5 • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • BRUSSEL 5
Rue Borrens, 37-39 - Borrensstraat — Tél. 48.27.84 - 47.38.52

MENSUEL - Abonnement annuel : Belgique : 450 F - Etranger : 500 F
MAANDELIJKS - Jaarlijks abonnement : België : 450 F - Buitenland : 500 F

BASSINS MINIERS	Production totale (Tonnes)	Consommation propre et fournitures au personnel (tonnes) (1)	Stock (tonnes)	Jours ouvrés (2)	PERSONNEL												Grisou capté valorisé (6)		
					Nombre moyen d'ouvriers			Indice (3)				Rendement		Présences % (4)		Mouvement de la main-d'œuvre (5)			
					à veine	Fond	Fond et surface	Veine	Taille	Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface	Belge		Etrangère	Totale
Borinage	293.750	44.151	1.008.678	19,65	—	13.123	17.913	0,17	0,37	0,92	1,27	1 088	786	83,73	86,18	— 127	— 130	— 257	1.509.541
Centre	222.718	42.124	913.161	19,02	—	10.510	14.328	0,14	0,36	0,93	1,28	1.078	778	86,30	87,90	— 82	— 61	— 143	2.144.733
Charleroi	574.307	60.819	1 791.432	23,01	—	20.970	29.112	0,17	0,34	0,86	1,23	1.158	810	85,76	87,55	— 153	— 141	— 294	3.112.068
Liège	375.650	45.974	563.132	25,71	—	15.645	21.041	0,17	0,41	1,07	1,44	934	695	82,75	85,06	— 18	+ 113	+ 95	—
Campine	864.314	77.937	2.332.440	22,81	—	26.501	34.951	0,10	0,27	0,71	0,94	1.414	1.059	88,41	90,30	— 20	+ 101	+ 81	1.762.197
Le Royaume	2.330.739	271.005	6.608.843	22,44	—	86.765	117.316	0,14	0,33	0,85	1,17	1.174	855	85,74	87,73	— 400	— 118	— 518	8.528.539 ⁽⁸⁾
1958 Septembre	2.112.819	229.725	6.161.600	20,94	—	84.720	115.525	0,14	0,33	0,86	1,19	1 167	843	85,83	87,91	+ 22	+ 285	+ 307	8.461 311 ⁽⁸⁾
Août	2.040 509	217.651	5.744.867	20,85	—	82.761	113.153	0,14	0,34	0,86	1,20	1.156	832	86,16	88,18	— 320	— 1251	— 1571	8 340.620 ⁽⁸⁾
1957 Octobre	2.659.438	258.407	872 646	26,27	14.051	89.063	120.768	0,14	0,34	0,88	1,19	1.137	838	81,49	83,65	+ 296	+ 3260	+ 3556	9 534.938 ⁽⁸⁾
Moy. mens	2.423 866	233.799	1.412.987 ⁽⁷⁾	23,29	14 541	90.542	124.132	0,14	0,34	0,87	1,19	1.150	838	84,86	86,49	— 44	+ 873	+ 829	8 695.240 ⁽⁸⁾
1956 » »	2.455.079	254.456	179.157 ⁽⁷⁾	23,48	13.666	82.537	112.943	0,14	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1954 » »	2.437.393	270.012	2.806.020 ⁽⁷⁾	24,04	17.245	86.378	124.579	0,16	0,38	0,91	1,27	1.098	787	83,53	85,91	— 63	— 528	— 591	4 604 030
1952 » »	2.532.030	199.149	1.678.220 ⁽⁷⁾	24,26	18.796	98.254	135.696	0,18	0,40	0,96	1,34	1.042	745	78,7	81	— 97	— 7	— 104	3.702.887
1950 » »	2.276.735	220.630	1.041.520 ⁽⁷⁾	23,44	18.543	94.240	135.851	0,19	—	0,99	1,44	1.014	696	78	81	— 418	— 514	— 932	—
1948 » »	2.224.261	229.373	840.340 ⁽⁷⁾	24,42	19.519	102.081	145.366	0,21	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 » »	2.465.404	205.234	2.227.260 ⁽⁷⁾	24,20	18.739	91.945	131.241	0,18	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 » »	1.903.466	187.143	955.890 ⁽⁷⁾	24,10	24.844	105.921	146 084	0,32	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
Sem. du 26-1 au 1-2-59	469.267	—	7.082.877	4,65	—	65.897	90.338	—	—	0,84	1,17	1.181	857	62,74	65,31	—	—	— 2	—

N. B. — (1) A partir de 1954, cette rubrique comporte : d'une part, tout le charbon utilisé pour le fonctionnement de la mine, y compris celui transformé en énergie électrique; d'autre part, tout le charbon distribué gratuitement ou vendu à prix réduit aux mineurs en activité ou retraités. Ce chiffre est donc supérieur aux chiffres correspondants des périodes antérieures.

(2) A partir de 1954, il est compté en jours ouvrés, les chiffres se rapportant aux périodes antérieures expriment toujours des jours d'extraction.

(3) Nombre de postes effectués divisés par la production correspondante.

(4) A partir de 1954, ne concerne plus que les absences individuelles, motivées ou non, les chiffres des périodes antérieures gardent leur portée plus étendue.

(5) Différence entre les nombres d'ouvriers inscrits au début et à la fin du mois.

(6) En m³ à 8 500 Kcal, 0° C 760 mm de Hg.

(7) Stock fin décembre.

(8) Dont environ 5 % non valorisés.

PERIODES	Secteur domestique	Administrations publiques	Cokeries	Usines à gaz	Fabriques d'agglomérés	Centrales électriques	Sidérurgie	Constructions métalliques	Métaux non ferreux	Produits chimiques	Chemins de fer et vicinaux	Textiles	Industries alimentaires	Carrières et industries dérivées	Cimenteries	Papeteries	Autres Industries	Exportations	Total du mois
1957 Octobre	334.198	10.715	516.518	187	86.478	194.923	9.870	8.760	22.374	19.524	66.545	4.547	22.294	41.565	25.264	13.698	15.812	218.957	1.612.229
Septembre	295.732	10.210	488.591	183	74.850	160.403	9.256	6.771	21.330	21.383	70.277	3.405	26.476	40.219	29.434	14.566	15.591	177 954	1.466.681
Août	306.128	13.812	498.697	231	73.092	143.468	9.156	5.304	25.087	18 196	65 378	3.242	33.619	39.447	27.483	12.618	18.884	172.601	1.466.443
1957 Octobre	424.823	13.778	616 695	399	157.677	289.053	12.697	12.538	38.344	34.192	65.549	9.814	36.662	58.061	62.426	19.023	21.444	275.731	2.148.906
Moy mens	395.089	16 299	576.556	412	140.664	263.564	13.272	10.496	39.906	37.114	77.292	10.016	30.247	55.693	69.929	20.749	26.857	312.633	2.096.788
1956 » »	420.304	15.619	599.722	476	139.111	256.063	20.769	12 197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	31.852	353.828	2.224.332
1954 » »	415.609	14 360	485.878	1.733	109 037	240.372	24.211	12.299	40 485	46.912	114.348	14.500	30.707	61.361	19.898	30.012	465 071	2.189.610	
1952 » »	480.657	14.102	708.921	—	275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209 060	2.196.669	

GENRE	Fours en activité		Charbon (t)			Huiles combustibles †	Production			COKE (t)										Ouvriers occupés		
	Batteries	Fours	Reçu		Enfourné		Gros coke de plus de 80 mm	Autres	Total	Débit		Secteur domestique	Administrations publiques	Sidérurgie	Centrales électriques	Usines à gaz	Chemins de fer	Autres secteurs	Exportations		Total	Stock en fin de mois †
Minières . . .	8	274	133.020	—	132.853	102	79.523	22.461	101.984	4.658	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117.328	833
Sidérurgiques . . .	28	1.011	347.606	179.270	524.259	—	338.531	69.740	408.271	4.062	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81.840	2.626
Autres . . .	11	287	19.272	76.138	109.434	223	62.356	23.309	85.665	2.284	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68.934	1.204
Le Royaume . . .	47	1.572	502.898	256.108	766.546	325	480.410	115.510	595.920	11.004	7.051	10.797	2.527	433.379	2.097	—	2.135	45.419	70.549	566.903	268.102	4.663
1958 Septembre . . .	47	1.571	494.134	257.019	745.821	211	471.953	107.927	579.880	10.122	5.268	8.462	2.160	424.670	2.148	—	2.008	39.219	78.921	557.558	257.140	4.664
Août . . .	47	1.572	501.194	240.008	751.478	223	473.549	108.411	581.960	8.012	4.173	10.368	2.320	418.810	2.414	—	1.592	38.866	78.280	552.650	250.238	4.672
1957 Octobre . . .	46	1.572	599.278	215.304	800.243	260	510.545	111.333	621.878	8.547	7.243	9.830	4.108	465.328	3.485	—	3.063	49.228	73.078	608.120	222.091	4.840
Moy. mens. . .	46	1.574	576.062	193.803	768.730	484	488.370	108.003	596.373	7.287	5.512	10.732	3.990	427.044	2.617	—	1.221	50.337	75.117	571.058	237.403 ⁽²⁾	4.881
1956 Moy. mens. (4)	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068 ⁽³⁾	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.588	5.063	433.510	1.918	69	2.200	36.567	76.498	591.308	87.208 ⁽²⁾	4.137
1954 » »	42 ⁽¹⁾	1.444 ⁽¹⁾	479.201	184.120	663.321	5.813 ⁽³⁾	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	385	1.585	42.611	73.859	498.608	127.146 ⁽²⁾	4.270
1952 » »	42 ⁽¹⁾	1.471 ⁽¹⁾	596.891	98.474	695.365	7.624 ⁽³⁾	421.329	112.605	533.934	12.937	3.215	12.260	4.127	368.336	1.039	—	1.353	48.331	80.250	515.980	100.825 ⁽²⁾	4.284
1950 » »	42 ⁽¹⁾	1.497 ⁽¹⁾	481.685	26.861	508.546	14.879 ⁽³⁾	297.005	86.167	383.172	19.179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.169
1948 » »	47 ⁽¹⁾	1.510 ⁽¹⁾	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 » »	56 ⁽¹⁾	1.669 ⁽¹⁾	399.263	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 » »	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

(1) Pendant tout ou partie de l'année. (2) Stock fin décembre. (3) en hl. (4) Chiffres rectifiés.

GENRE	GAZ (en 1.000 m ³) (1)					SOUS-PRODUITS (t)					
	Production	Consommation propre	Débit			Brai	Goudron brut	Ammoniaque (en sulfate)	Benzol	Huiles légères	
Minières . . .	48.800	20.998	24.806	—	609	13.551	—	3.526	1.244	1.065	—
Sidérurgiques . . .	117.496	85.146	44.446	53.707	6.603	46.699	—	14.537	5.051	3.602	—
Autres . . .	41.994	17.904	15.889	—	3.677	12.174	—	3.258	894	888	—
Le Royaume . . .	268.290	124.048	85.141	53.707	10.889	72.432	—	21.321	7.189	5.555	—
1958 Septembre . . .	261.560	118.996	82.592	55.610	7.744	68.703	—	20.762	7.090	5.184	—
Août . . .	261.507	121.672	84.389	53.690	7.622	65.354	—	19.773	7.104	6.325	—
1957 Octobre . . .	275.495	130.778	80.626	59.081	8.583	69.798	—	22.082	7.131	5.961	—
Moy. mens. . .	261.465	96.077	73.980	53.321	9.482	70.071	—	20.934	6.827	5.613	—
1956 » »	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	—	20.628	7.064	5.569	—
1954 » »	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	1.630	15.911	5.410	3.624	2.565
1952 » »	229.348	134.183	67.460	46.434	3.496	62.714	2.320	17.835	6.309	4.618	747
1950 » »	193.619	126.601	(2)	(2)	(2)	(2)	1.844	13.909	4.764	3.066	632
1948 » »	165.334 ⁽³⁾	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	—	16.053	5.624	4.978	—
1938 » »	75.334 ⁽³⁾	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	—	14.172	5.186	4.636	—

(1) A 4.250 kcal., 0°C et 76 mm Hg. (2) Non recensé. (3) Non utilisé à la fabrication du coke.

GENRE	Production (t)			Consommation propre †	Livraisons au personnel	Matières premières (t)		Ventes et cessions †	Stock (fin du mois) †	Ouvriers occupés
	Boulets	Briquettes	Totale			Charbon	Brai			
Minières . . .	69.617	20.984	90.601	—	—	—	—	—	—	—
Indépend. . .	1.063	—	1.063	—	—	—	—	—	—	—
Le Royaume . . .	70.680	20.984	91.664	3.323	14.879	86.049	6.501	69.862	63.531	465
1958 Septembre . . .	57.997	21.050	79.047	2.766	9.448	74.754	5.872	57.376	59.931	475
Août . . .	58.375	19.404	77.779	2.508	10.265	73.004	5.480	61.524	50.474	416
1957 Octobre . . .	140.800	28.089	168.889	3.858	14.475	157.664	13.394	146.982	17.861	585
Moy. mens. . .	124.332	27.529	151.861	3.621	12.119	141.289	11.583	134.742	21.242 ⁽¹⁾	571
1956 » »	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684 ⁽¹⁾	647
1954 » »	75.027	39.829	114.856	4.521	10.520	109.189	9.098	109.304	11.737 ⁽¹⁾	589
1952 » »	71.262	52.309	123.571	1.732	103	115.322	10.094	119.941	36.580 ⁽¹⁾	638
1950 » »	38.898	46.079	84.977	2.488	377	78.180	7.322	85.999	—	552
1948 » »	27.014	53.834	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 » »	39.742	102.948	142.690	—	—	129.797	12.918	—	—	873
1913 » »	—	—	217.387	—	—	197.274	—	—	—	1911

(1) Stock fin décembre.

PERIODE	Quantités reçues m ³			Consommat. totale y compris les exportations (m ³)	Stock à la fin du mois (m ³)	Quantités reçues †			Consommation totale †	Stock à la fin du mois †	Exportations †
	Origine indigène	Importation	Total			Origine indigène	Importation	Total			
1958 Octobre . . .	62.494	12.058	74.552	73.561	483.263	3.870	374	4.244	6.501	83.310	(1)
Septembre . . .	66.642	12.899	79.541	65.869	483.631	2.618	554	3.172	5.872	87.567	2.435
Août	55.456	11.015	66.471	62.536	470.658	1.528	128	1.656	5.480	90.267	80
1957 Octobre . . .	70.174	14.684	84.858	81.918	663.078	7.010	5.812	12.872	13.394	64.226	1.870
Moy. mens. . . .	63.425	11.815	75.240	77.048	620.752 ⁽²⁾	7.116	6.356	13.472	11.584	72.760 ⁽²⁾	4.524
1956 » »	72.377	17.963	90.340	78.246	655.544 ⁽²⁾	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022 ⁽²⁾	1.281
1954 » »	67.128	1.693	68.821	87.385	428.456 ⁽²⁾	4.959	4.654	9.613	8.868	37.023 ⁽²⁾	2.468
1952 » »	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695 ⁽²⁾	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357 ⁽²⁾	2.014
1950 » »	62.036	12.868	74.904	90.209	570.013 ⁽²⁾	5.052	1.577	6.629	7.274	31.325 ⁽²⁾	1.794

(1) Chiffres non disponibles. (2) Stock fin décembre.

PERIODE	Produits bruts								Demi-produits		Ouvriers occupés
	Cuivre t	Zinc t	Plomb t	Etain t	Aluminium t	Antimoine, Cadmium, Cobalt, Nickel, etc. t	Total t	Argent, or, platine etc. kg	A l'exception des métaux précieux t	Argent, or, platine, etc. kg	
1958 Octobre . . .	13.940	16.208	7.203	680	199	340	38.570	27.943	18.973	2.181	15.020
Septembre . . .	13.277	16.294	7.121	696	208	262	37.858	26.341	17.235	2.045	14.885
Août	13.031	16.609	6.799	584	245	264	37.532	26.562	15.019	1.756	14.633
1957 Octobre . . .	12.668	19.675	8.723	1.054	193	361	42.674	25.776	19.727	2.001	15.740
Moy. mens. . . .	12.713	19.637	8.272	793	180	404	41.999	23.937	16.150	1.982	15.655 ¹
1956 » »	14.072	19.224	8.521	871	223	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919 ⁽¹⁾
1954 » »	12.809	17.726	5.988	965	140	389	38.018	24.331	14.552	1.850	15.447 ⁽¹⁾
1952 » »	12.035	15.956	6.757	850		557	36.155	23.833	12.729	2.017	16.227
1950 » »	11.440	15.057	5.209	808		588	33.102	19.167	12.904	2.042	15.053

N.B. — Pour les produits bruts : moyennes trimestrielles mobiles. Pour les demi-produits : valeurs absolues.

(1) En fin d'année.

PERIODE	Hauts fourneaux en activité	PRODUCT									
		Produits bruts				Produits demi-finis		Produits			
		Fonte	Acier Total	Fer de masse		Pour relaineurs belges	Autres	Aciers marchands	Profils et zores (I et U de plus de 80 mm)	Rails et accessoires	Fil machine
1958 Septembre . . .	51	476.459	525.682	5.219	49.146	47.675	137.589	14.782	7.551	48.055	
Août	48	453.346	460.382	4.656	45.427	56.957	118.518	11.255	10.921	38.700	
Juillet	47	434.701	465.917	4.214	36.997	61.754	107.370	12.340	10.066	35.487	
1957 Septembre . . .	50	494.110	556.907	4.647	51.084	41.995	137.138	27.192	8.350	40.268	
Moy. mens. . . .	51	465.638	522.988	4.504	50.806	40.028	134.827	24.136	8.466	39.465	
1956 » »	51	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315	40.874	
1954 » »	47	345.424	414.378	3.278		109.559	113.900	15.877	5.247	36.301	
1952 » »	50	399.133	422.281	2.772		97.171	116.535	19.939	7.312	37.030	
1950 » »	48	307.898	311.034	3.584		70.503	91.952	14.410	Rails, access- soires, traverses	36.008	
1948 » »	51	327.416	321.059	2.573		61.951	70.980	39.383	Profils spéciaux poutrelles	28.979	
1938 » »	50	202.177	184.369	3.508		37.839	43.200	26.010	9.853	10.603	
1913 » »	54	207.058	200.398	25.363		127.083	51.177	30.219	28.489	Verges et aciers serpentés	

IMPORTATIONS					EXPORTATIONS			
Pays d'origine Périodes Répartition	Charbons t	Cokes t (1)	Agglomérés t	Lignite t	Destination	Charbons t	Cokes t	Agglomérés t
Allemagne Occident. . .	202.437	8.757	3.523	8.744	Allemagne Occident. . .	4.349	—	1.778
France	20.978	131	10	—	France	85.588	25.758	12.682
Pays-Bas	84.597	5.287	5.550	439	Luxembourg	400	4.552	440
					Pays-Bas	83.502	692	—
Pays de la CECA	308.012	14.176	9.083	9.183	Pays de la CECA	173.839	31.002	14.900
Pologne	3.313	—	—	—	Autriche	—	319	—
Royaume-Uni	45.826	—	305	—	Danemark	—	28.459	—
Etats-Unis d'Amérique. U.R.S.S.	164.029 13.624	— —	— —	— —	Norvège	2.632	2.757	—
					Royaume-Uni	39.875	—	—
Pays tiers	226.792	—	305	—	Suède	—	7.814	—
Ensemble octobre 1958	534.804	14.176	9.388	9.183	Suisse	8.742	80	341
1958 Septembre	525.404	16.147	12.446	7.547	Congo belge	20	12	—
Août	477.036	9.869	10.742	8.276	Divers	—	106	—
Juillet	503.757	15.176	11.276	8.495	Pays tiers	51.269	36.547	341
1957 Moy. mens.	425.142	17.965	8.673	9.093	Ensemble octobre 1958	225.108	70.549	15.241
Octobre	444.452	16.847	8.403	8.919				
Répartition :						181.606	78.921	13.539
1) Secteur domestique	156.869	1.864	9.039	8.065	Août	175.449	78.280	13.110
2) Secteur industriel	370.864	12.341	80	1.118	Juillet	203.580	75.302	16.346
Réexportations	6.151	—	1.778	—	1957 Moy. mens.	330.166	75.268	58.970
Mouvement des stocks	+ 920	- 30	- 1.509	—	Octobre	288.564	74.892	72.705

(1) Y compris coke de gaz et semi-coke de houille.

URGIE

SEPTEMBRE 1958

TION (t)

finis										Ouvriers occupés
Tôles fortes 4,76 mm et plus	Tôles moyennes 3 à 4,75 mm	Larges plats	Tôles fines noires	Feuillards, bandes à tubes, tubes sans soudure.	Ronds et carrés pour tubes	Divers	Total des produits finis	Tôles galvanisées, plombées et étamées	Tubes d'acier sans soudure et tubes soudés	
46.179	7.311	2.322	91.944	19.310	882	2.750	378.705	28.489	13.241	51.868
43.017	7.116	1.644	77.769	15.528	448	3.638	328.554	23.941	11.853	51.852
32.562	8.099	1.493	63.733	10.561	632	3.944	286.287	19.606	9.628	51.475
									Tubes soudés	
63.089	7.015	1.025	72.564	30.391	—	6.200	393.232	25.823	10.373	55.137
55.898	7.601	2.350	66.514	25.641	—	5.514	370.412	25.558	9.087	55.158
53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	24.758	4.410	47.104
37.473	8.996	2.153	40.018	25.112	—	2.705	290.852	3.070	3.655	41.904
39.357	7.071	3.337	37.482	26.652	—	5.771	312.429	11.943	2.959	43.263
			Tôles minces tôles fines, tôles magnétiques	20.949	—	2.878	243.859	11.096	1.981	36.415
24.476	6.456	2.109	22.857	20.949	—	2.878	243.859	11.096	1.981	36.415
Grosses tôles	Tôles moyennes		Tôles fines	Feuillards et tubes en acier				Tôles galva- nisées		
28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
16.460	9.084	2.064	14.715	13.938	—	1.421	146.852	—	—	33.024
19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

PRODUCTION	Unités	Sept. 1958	AOÛT 1958	Sept. 1957	Moyenne mensuelle 1957	PRODUCTION	Unités	Sept. 1958	AOÛT 1958	Sept. 1957	Moyenne mensuelle 1957
		(a)	(b)					(a)	(b)		
PORPHYRE :						PRODUITS DE DRA-					
Moellons	t	143	185	243	274	GAGE : Gravier	t	225 126	175.678	127.290	133.814
Concassés	t	342.806	276.692	389.161	338.406	Sable	t	55.948	44.753	23.259	23.342
Pavés et mosaïques.	t	974	1.046	1.611	1.765	CALCAIRES :	t	341.000	333.556	182.604	187.034
PETIT-GRANIT :						CHAUX :	t	156.804	133.943	167.612	158.727
Extrait	m ³	11.659	9.870	10.786	10.934	PHOSPHATES	t	3.936	1.113	2.387	1.344
Scié	m ³	5.289	4.915	6.602	5.863	CARBONATES NATUR.					
Façonné	m ³	1.393	1.169	1.478	1.571	(Craie, marne, tuf- feu)	t	27 809	23.679	42.253	32.341
Sous-produits	m ³	15 657	12.971	17.204	16 625	CARBON. DE CHAUX PRECIPITES	t	(c)	(c)	(c)	2 494
MARBRES :						CHAUX HYDRAULI- QUE ARTIFICIELLE	t	201	561	755	652
Blocs équarris	m ³	550	464	567	508	DOLOMIE : Crue	t	38.328	35.772	34 860	27.093
Tranches ramenées à 20 mm	m ²	41.726	35.153	44.923	42.109	Frittée	t	22.113	18 436	21.472	20.897
Moellons concassés	t	2.107	2.098	2.230	2.008	PLATRE :	t	3.864	3.450	3 167	3.032
Bimbeloterie	Kg	28.151	24.422	94.170	84.113	AGGLOM. PLATRE	m ²	120.628	118.505	109 807	109.888
GRES :								2 ^e trim. 1958	1 ^{er} trim. 1958	2 ^e trim. 1957	Moy. tr. 1957
Moellons bruts	t	29.962	33.186	28.454	23.119	SILEX : Broyé	t	555	973	446	706
Concassés	t	82.608	73.339	90 639	84.993	Pavés.	t	800	891	1.078	1.042
Pavés et mosaïques.	t	632	1.533	9.731	886	FELDSPATH & GALETS	t	97	75	128	146
Divers taillés	t	6.809	6.329	6.996	6.435	QUARTZ et QUARTZITES	t	65.972	23.519	80.583	52.754
SABLE :						ARGILES :	t	49.456	59.209	92.569	79.923
pour métallurgie	t	62 053	50.810	71.600	68.938			Sept. 1958	AOÛT 1958	Sept. 1957	Moy. mens. 1957
pour verrerie	t	92.122	87.587	86.850	83.344			11.867	12.037	13.133	13.135
pour construction	t	156.990	146.146	158.865	147.808	Ouvriers occupés					
Divers	t	47.532	44.839	69.380	61.360						
ARDOISE :											
pour toitures	t	614	515	628	682						
Schiste ardoisier	t	167	86	251	152						
Coticule (pierre à aiguiser)	Kg	1.955	3.655	5.445	5.393						

(a) Chiffres provisoires. (b) Chiffres rectifiés. (c) Chiffres non disponibles.

COMBUSTIBLES SOLIDES PAYS DE LA C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE

OCTOBRE 1958

PAYS	Houille produite (1000 t)	Nombre d'ouvriers inscrits (1000)		Rendement par ouvrier et par poste Kg		Nombre de jours ouverts	Absentéisme en %		Coke de four produit par 1000 t	Agglomérés produits 1000 t	Stocks (1000 t)	
		Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface		Fond	Fond et surface			Houille	Cokes
Allemagne												
1958 Octobre	11.714,2	329,5	479,2	1.654	1.284	24,49	19,44	18,06	3.658,6	676	7.617	4.215
1957 Moy. mens.	11.096	341	494	1.586	1.222	25	16,89	15,47	3.766	652	735 ⁽²⁾	622 ⁽²⁾
1957 Octobre	11.770,1	342,3	495,4	1.576	1.218	26,05	17,55	16,16	3.834,2	723	808	234
Belgique												
1958 Octobre	2.331	107	142	1.174	855	22,44	14,26 ⁽³⁾	12,27 ⁽³⁾	596	92	6.609	268
1957 Moy. mens.	2.424	117	153	1.150	838	23,29	15,14 ⁽³⁾	13,51 ⁽³⁾	596	152	1.413 ⁽²⁾	237,4 ⁽²⁾
1957 Octobre	2.659,4	114,3	150,1	1.137	833	26,27	18,51 ⁽³⁾	16,35 ⁽³⁾	622	169	873	222
France												
1958 Octobre	5.328	141	201	1.676	1.140	26,78	11,77	7,93 ⁽⁴⁾	1.043	648	7.688	747,5
1957 Moy. mens.	4.733	142	204	1.682	1.119	24,74	14 01	8,24 ⁽⁴⁾	1.047	688	4.685 ⁽²⁾	448 ⁽²⁾
1957 Octobre	4.856	143	204,4	1.676	1.110	26,30	19,25	10,19 ⁽⁴⁾	1.078,3	722	4.880	421
Sarre												
1958 Octobre	1.483	38,4	56	1.764	1.172	26,99	12,37	7,68 ⁽⁴⁾	351	—	918	42
1957 Moy. mens.	1.371	37	57	1.800	1.144	24,58	11,58	6,59 ⁽⁴⁾	360	—	188 ⁽²⁾	53 ⁽²⁾
1957 Octobre	1.359,5	38	57,4	1.778	1.114	25,99	20,72	11,30 ⁽⁴⁾	370	—	204,4	42,2
Italie												
1958 Octobre (1)	59	3,1	(6)	1.140	(6)	(6)	(6)	(6)	285	1	40	249
1957 Moy. mens.	85	4,9	5,8	957	(6)	(6)	20,7	18,35	307	1	50 ⁽²⁾	129 ⁽²⁾
1957 Octobre	83	4,8	5,5	962	(6)	(6)	28,16	25,10	328	1	48	71
Pays-Bas												
1958 Octobre (1)	1.085	31	(6)	1.526	(6)	(6)	(6)	(6)	344	107	848	366
1957 Moy. mens.	948	30,7	46	1.499	(6)	24,42	18,51	16,35	354	95	312 ⁽²⁾	163 ⁽²⁾
1957 Octobre	1.026	30,6	46	1.508	(6)	26	17,21	15,04	349	103	356	127
Communauté												
1958 Octobre (1)	22.001	642	(6)	1.589	(6)	(6)	(6)	(6)	6.273	1.518	24.357	5.850
1957 Moy. mens.	20.657	658,5	907,4	1.545	(6)	(6)	21	19,37	6.431	1.588	7.273 ⁽²⁾	1.653 ⁽²⁾
1957 Octobre	21.753	665	915,9	1.528	(6)	(6)	22,16	20,40	6.580	1 717	7.149	1.117
Grande-Bretagne												
1958 Semaine du 26 oct. au 1 nov.	4.402,9 ⁽⁵⁾	—	690	à front 3.606	1.308	(6)	(6)	14,12	(6)	(6)	(6)	(6)
1957 Sem. du 27 oct. au 2 nov.	4.573,4 ⁽⁵⁾	—	709,4	3.353	1.237	(6)	(6)	13,81	(6)	(6)	(6)	(6)
1957 Moy. heb.	4.301 ⁽⁵⁾	—	710,1	3.363	1.231	(6)	(6)	13,81	(6)	(6)	(6)	(6)

(1) Chiffres provisoires. (2) Au 31 décembre. (3) Absences individuelles seulement. (4) Surface seulement. (5) Houille marchande. (6) Chiffres indisponibles.

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 :

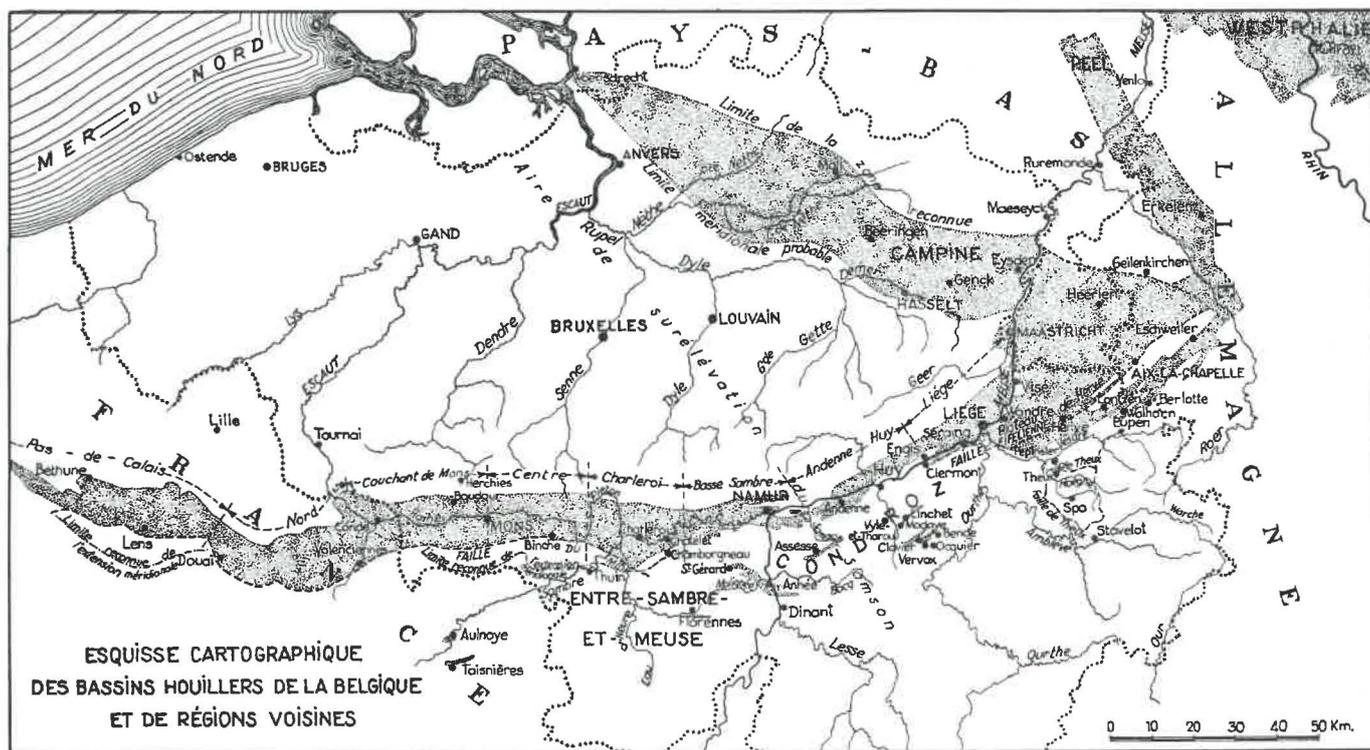


Fig. 1.

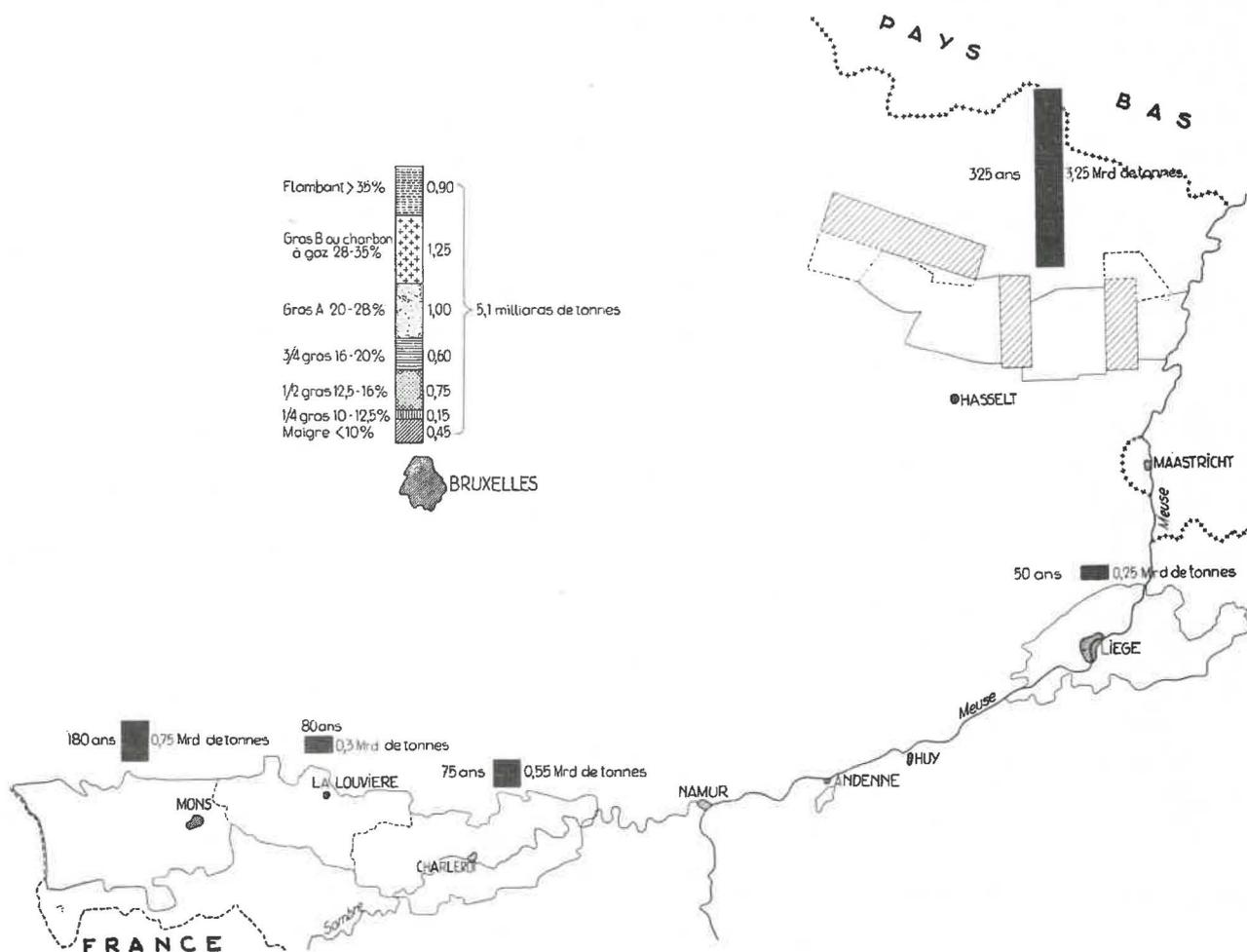


Fig. 2.

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	
Total :	27.022	1.066	6.317	102

- 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 :

- triage (où l'on traite les gros bruts),
- traitement des grains,
- traitement des fines,
- 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^{er} janvier 1956
- au 1^{er} 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

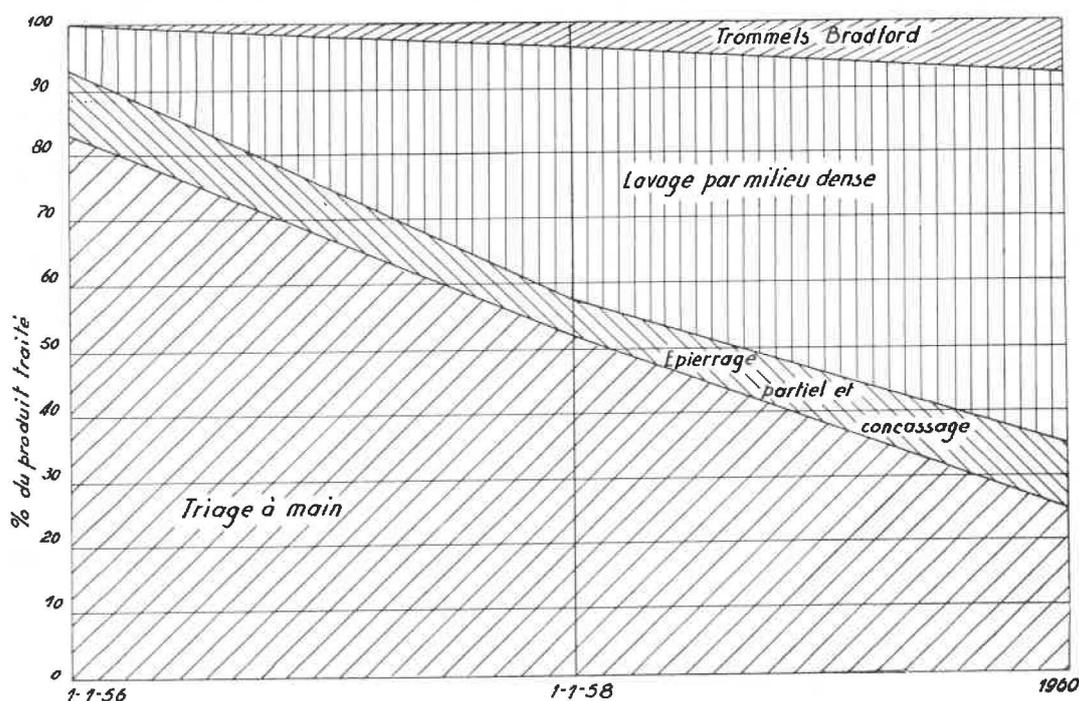


Fig. 3. — Traitement des gros bruts.

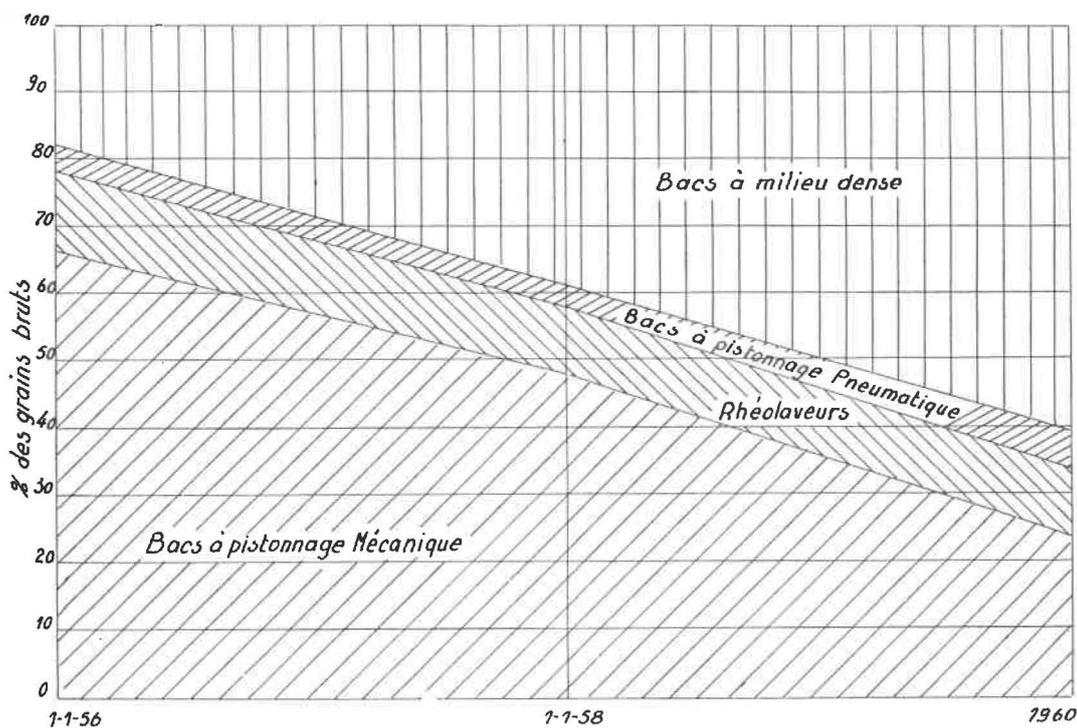


Fig. 4. — Traitement des grains.

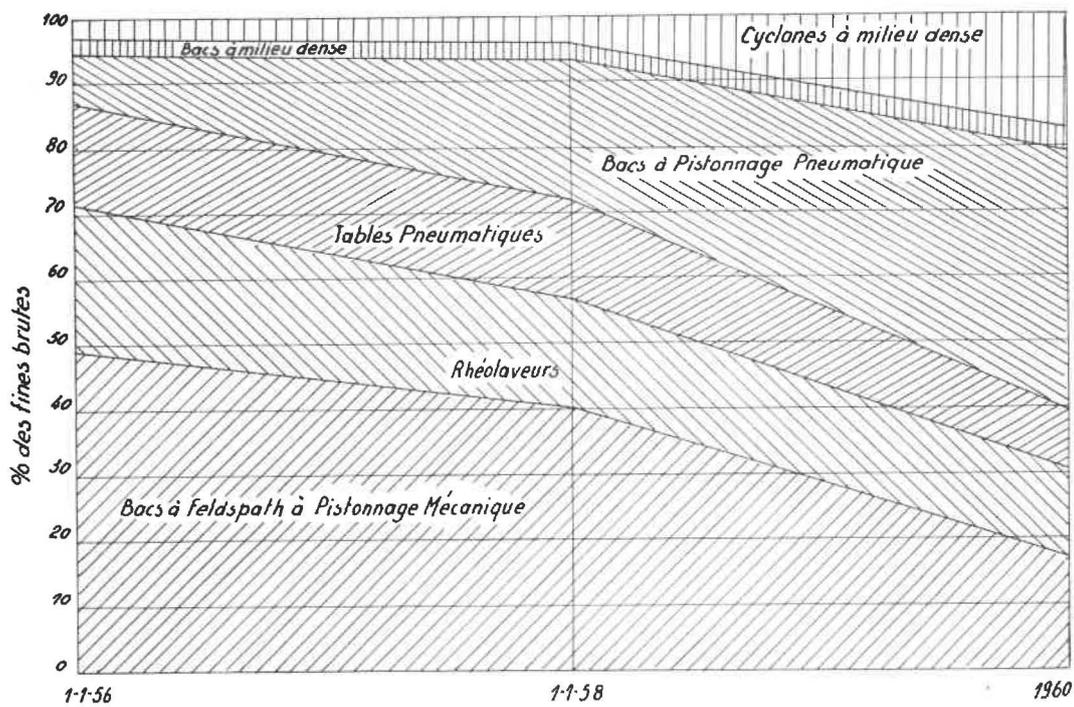


Fig. 5. — Traitement des fines brutes.

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).

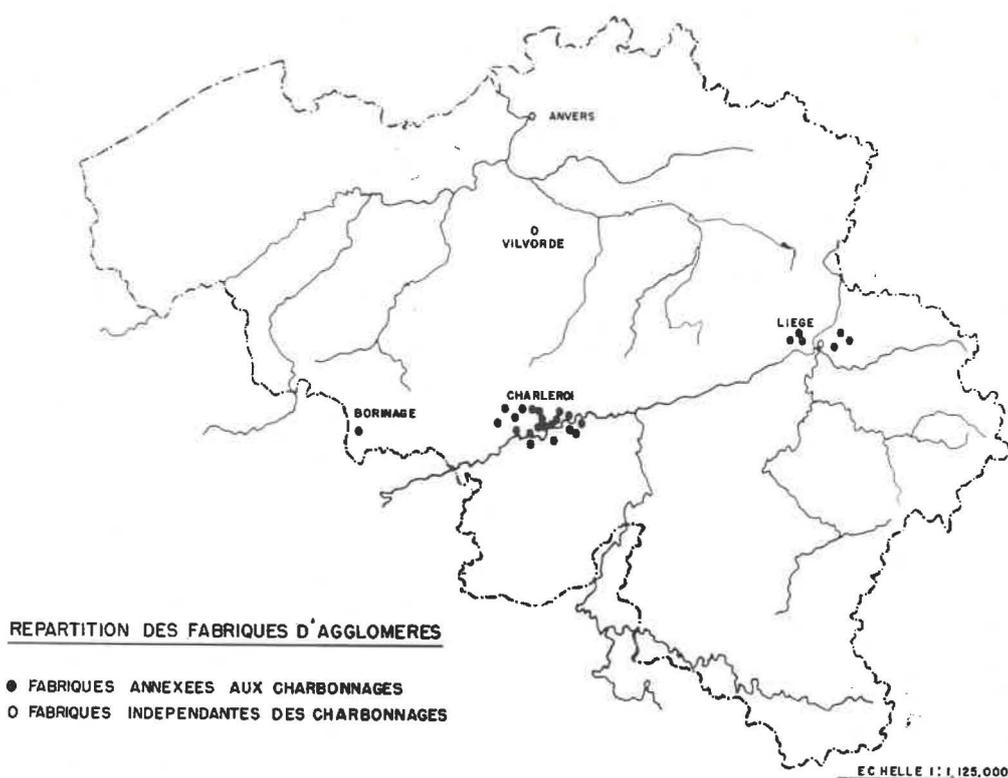


Fig. 6.

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.

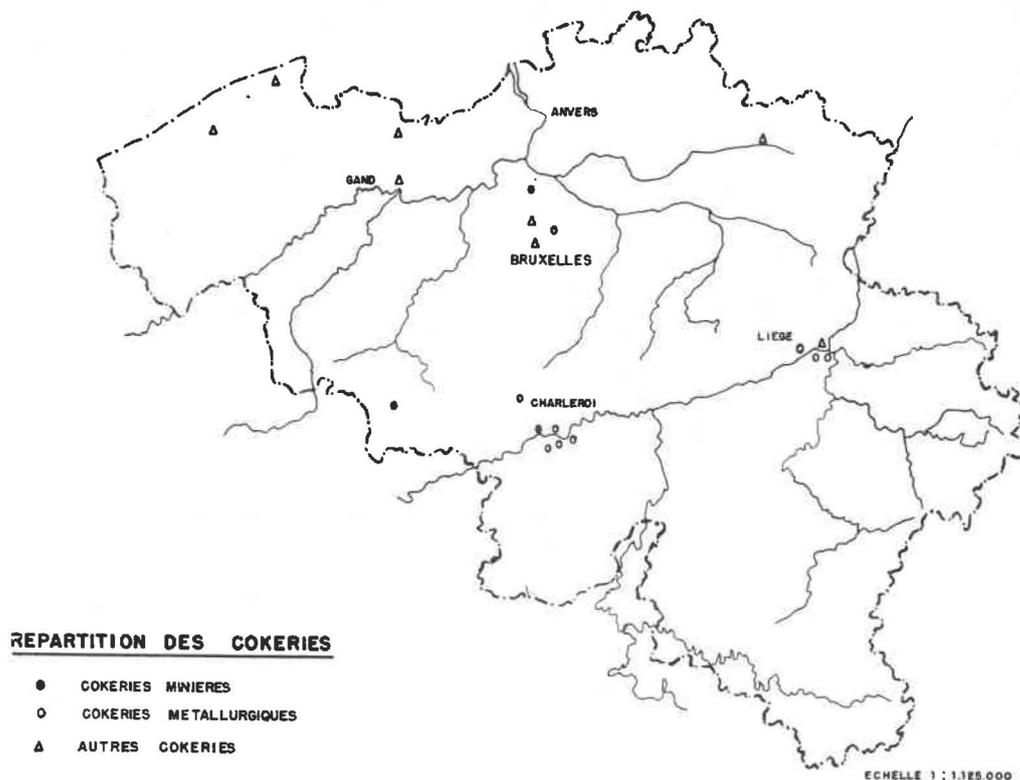


Fig. 7.

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	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	520
				—	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

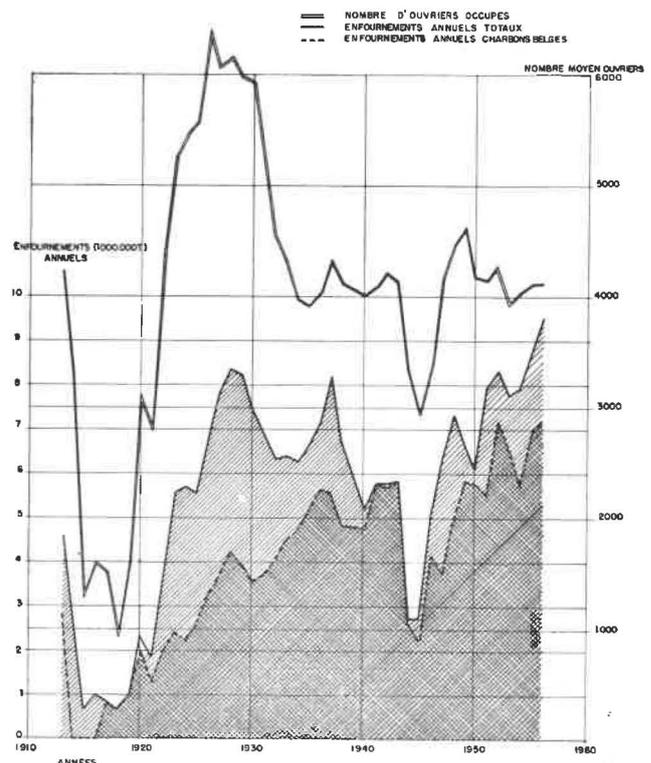
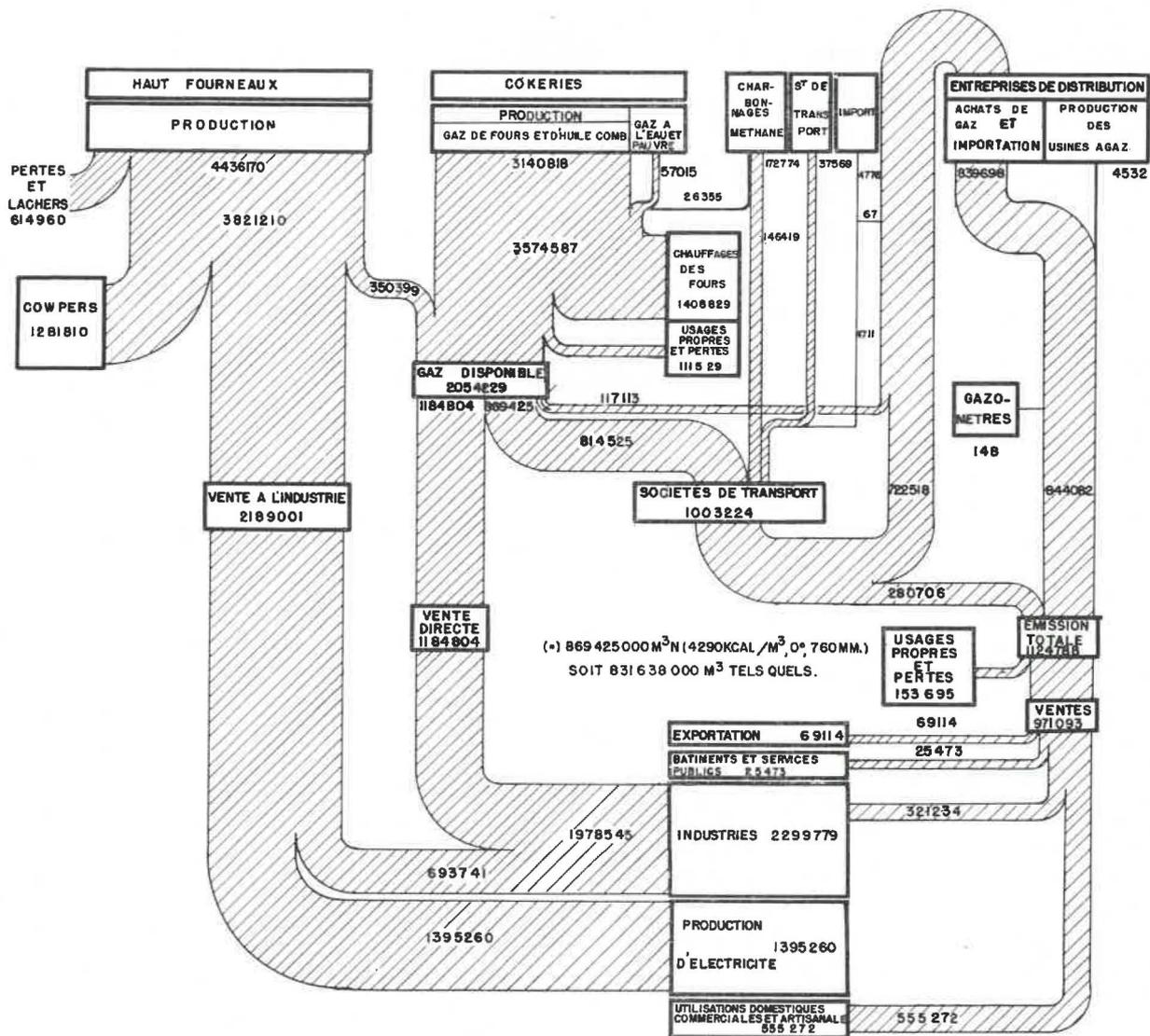


Fig. 8.

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 m³ à 4250 kcal/m³

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 Nm³. Elle se répartit entre les secteurs suivants :

Distribution

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

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

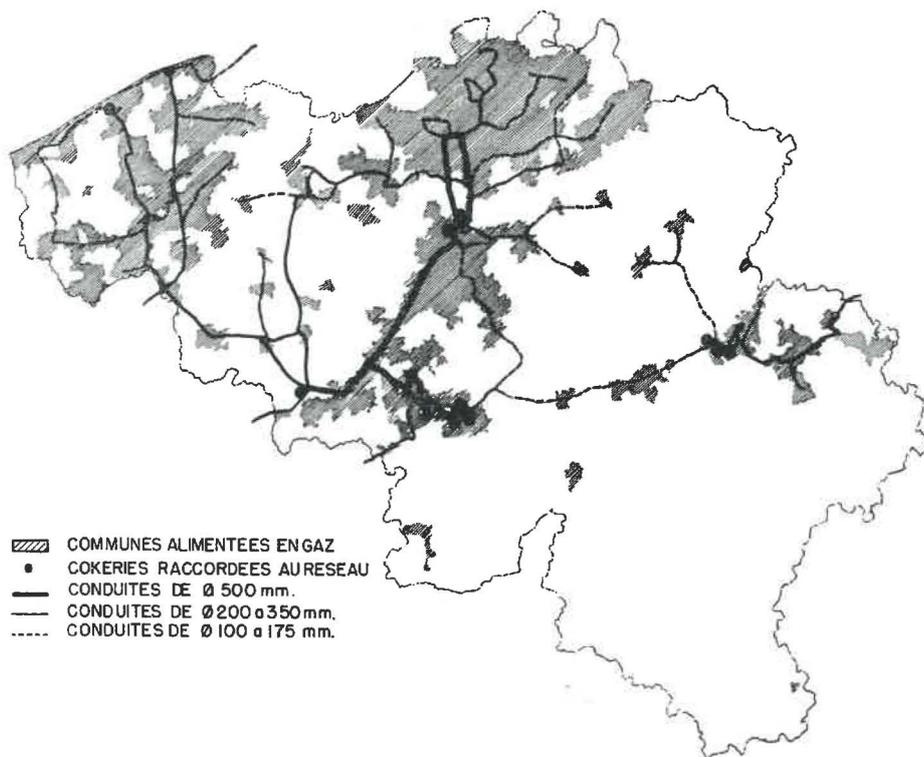


Fig. 10.

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 m³, 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

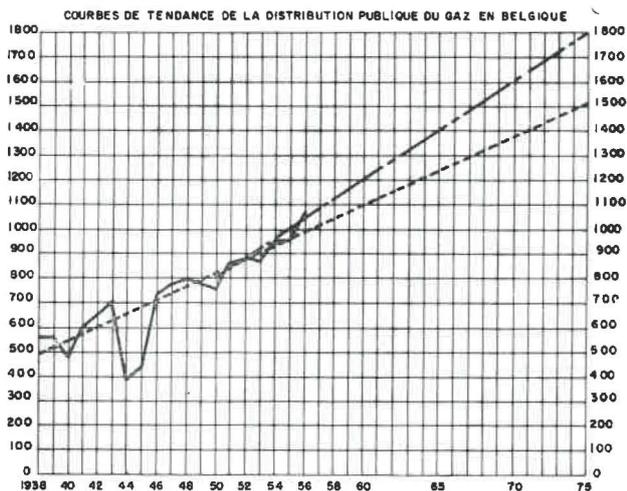


Fig. 11.

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.

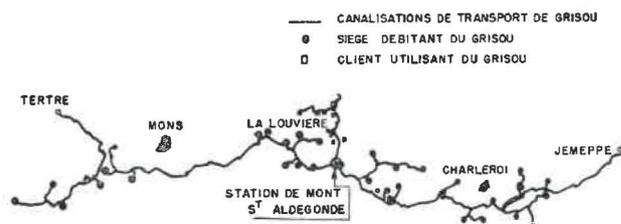


Fig. 12

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 ³ à 4.250 kcal)	(en millions de m ³ 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/m³ 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 m³. La production journalière de l'installation dépasse 1 million de m³, soit 640.000 m³ par le procédé de cracking autothermique, 120.000 m³ 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 m³ à 4.250 kcal).

Années	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Cokeries							
Gaz à l'eau	60	30	19	23	43	39	24
Gaz pauvre	273	150	79	70	112	56	33
Usines à gaz							
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
Total	347,6	181,6	99,1	94,3	157,3	95,5	58,4
Total (en % de la distribution publique)	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/Nm³ 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.

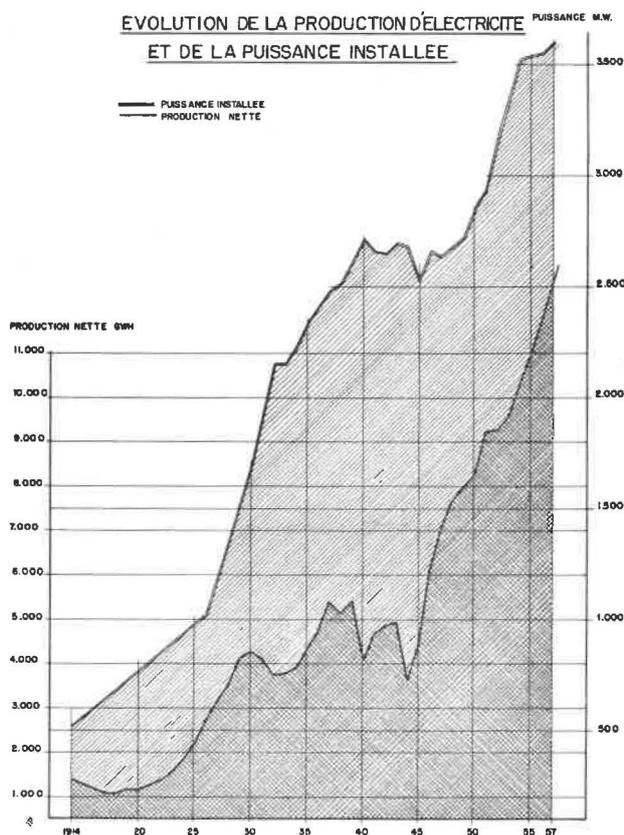
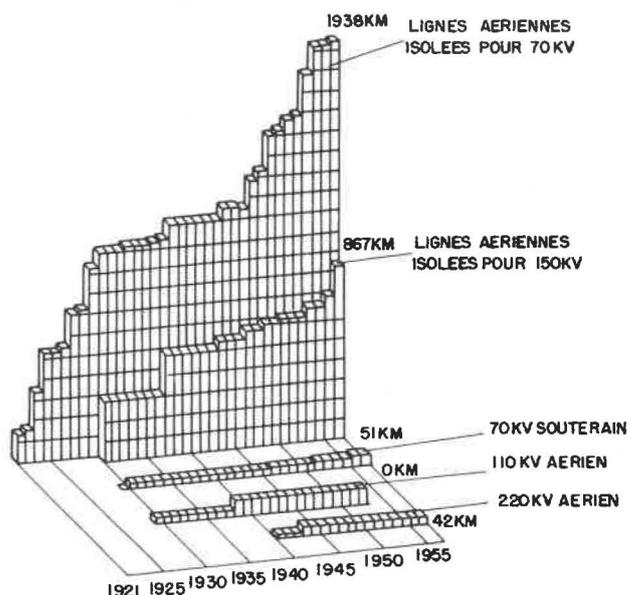


Fig. 15,

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

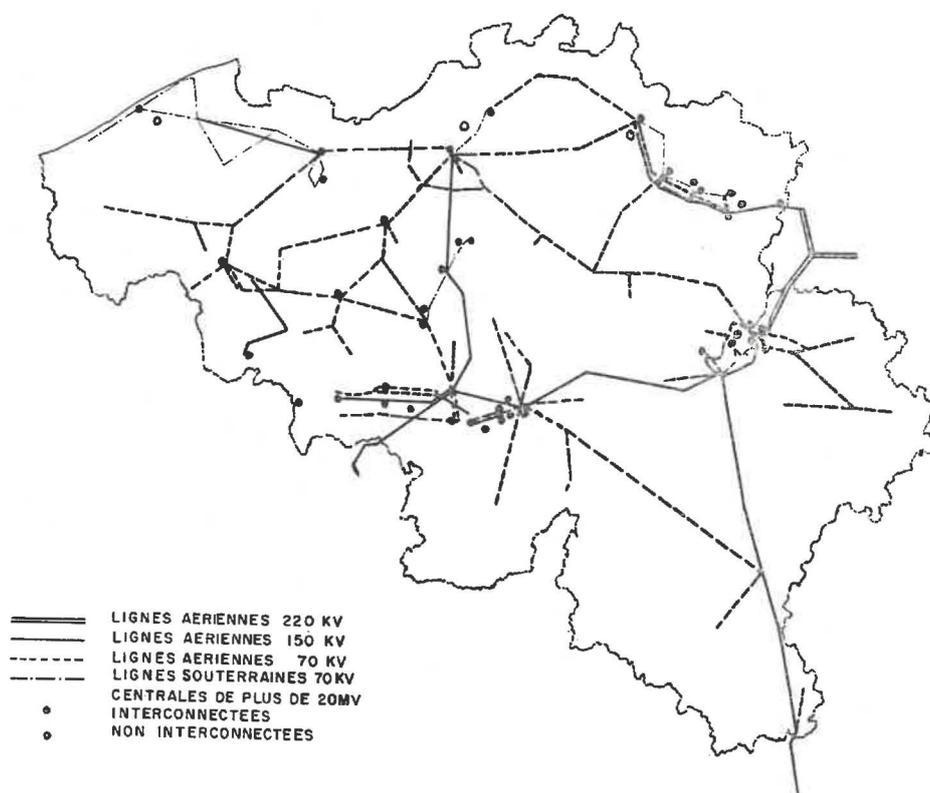


Fig. 15.

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	3,3	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	13,0

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^{me} Congrès International du Gaz, New York 1955, IG/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 1/50 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 ± 850 t et 8 de ± 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 50 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 ± 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		
Solvay-Piette	1924	64	11,5	0,45	3,30 m	24 h	gaz F à C
Coppée I	1937	44	13,5	0,45	4 m	20/22	gaz F à C
Underjet							id. + résiduaire id. + résiduaire + gaz H. Fx.
Coppée II	1949	56	13,5	0,45	4 m	18 h	gaz F à C
Underjet	1956	36	13,5	0,45	4 m	18 h	gaz H. Fx.
Coppée III							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 m³/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 m³/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 NH₃ 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 m³/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.

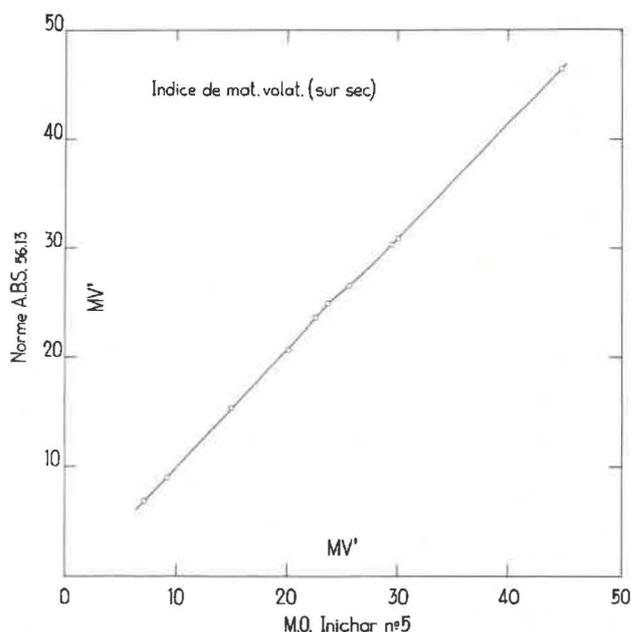


Fig. 1. — Indice de matières volatiles, sur sec : Diagramme de conversion norme A.B.S. 56.13 \rightleftharpoons M.O. Inichar n° 5 [1] [2].

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 π 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].

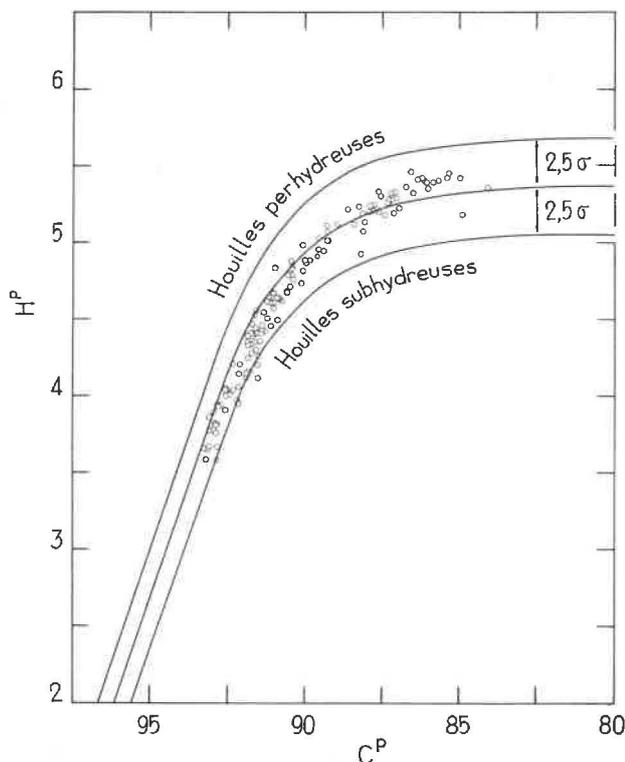


Fig. 2. — Situation des houilles belges dans la bande d'évolution de Seyler [12].

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.

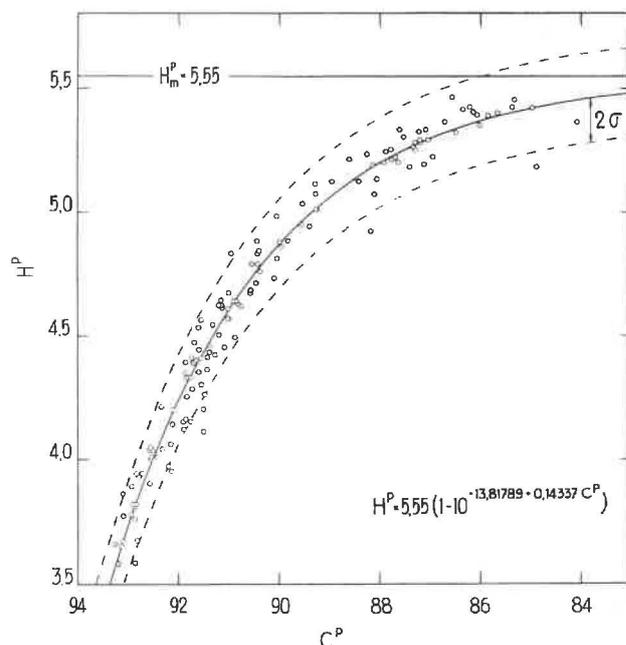


Fig. 3. — Diagramme d'évolution des houilles belges; courbe et équation statistiques.

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-

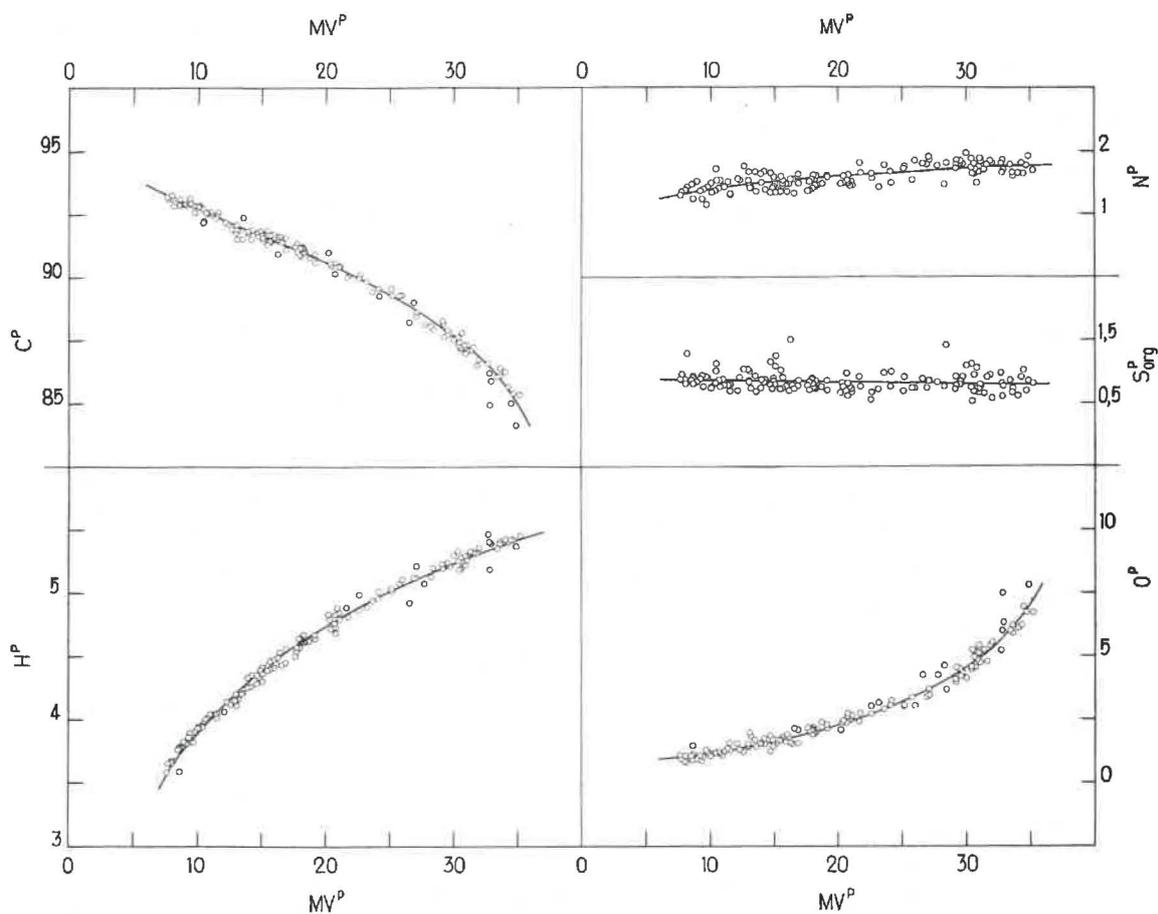


Fig. 4. — Composition élémentaire détaillée des houilles belges en fonction de l'indice de matières volatiles.

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.

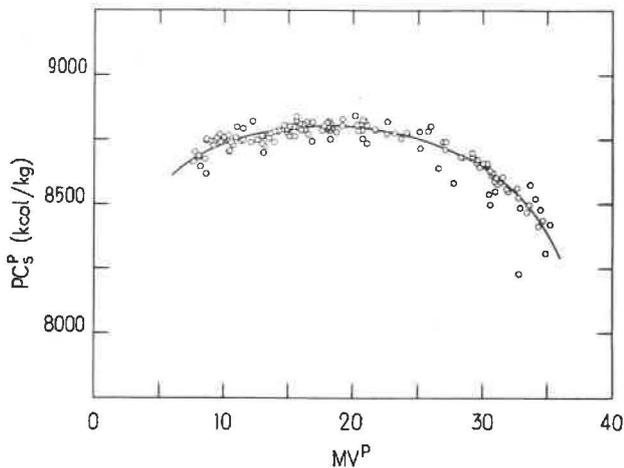


Fig. 5. — Pouvoir calorifique supérieur des houilles belges en fonction de l'indice de matières volatiles.

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.

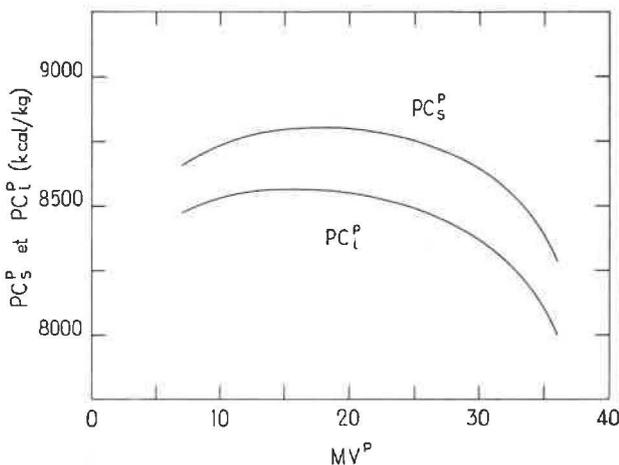


Fig. 6. — Diagramme comparatif des courbes statistiques du pouvoir calorifique inférieur et supérieur des houilles belges en fonction de l'indice de matières volatiles.

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.

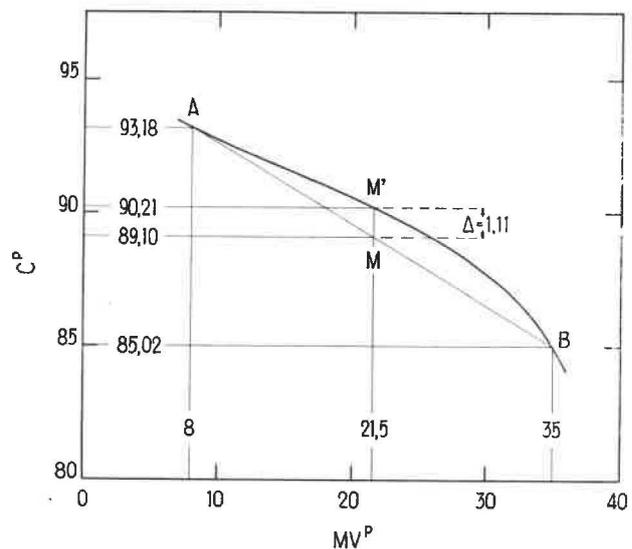


Fig. 7. — Schéma de principe d'une détermination statistique de la teneur en carbone d'un mélange.

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.

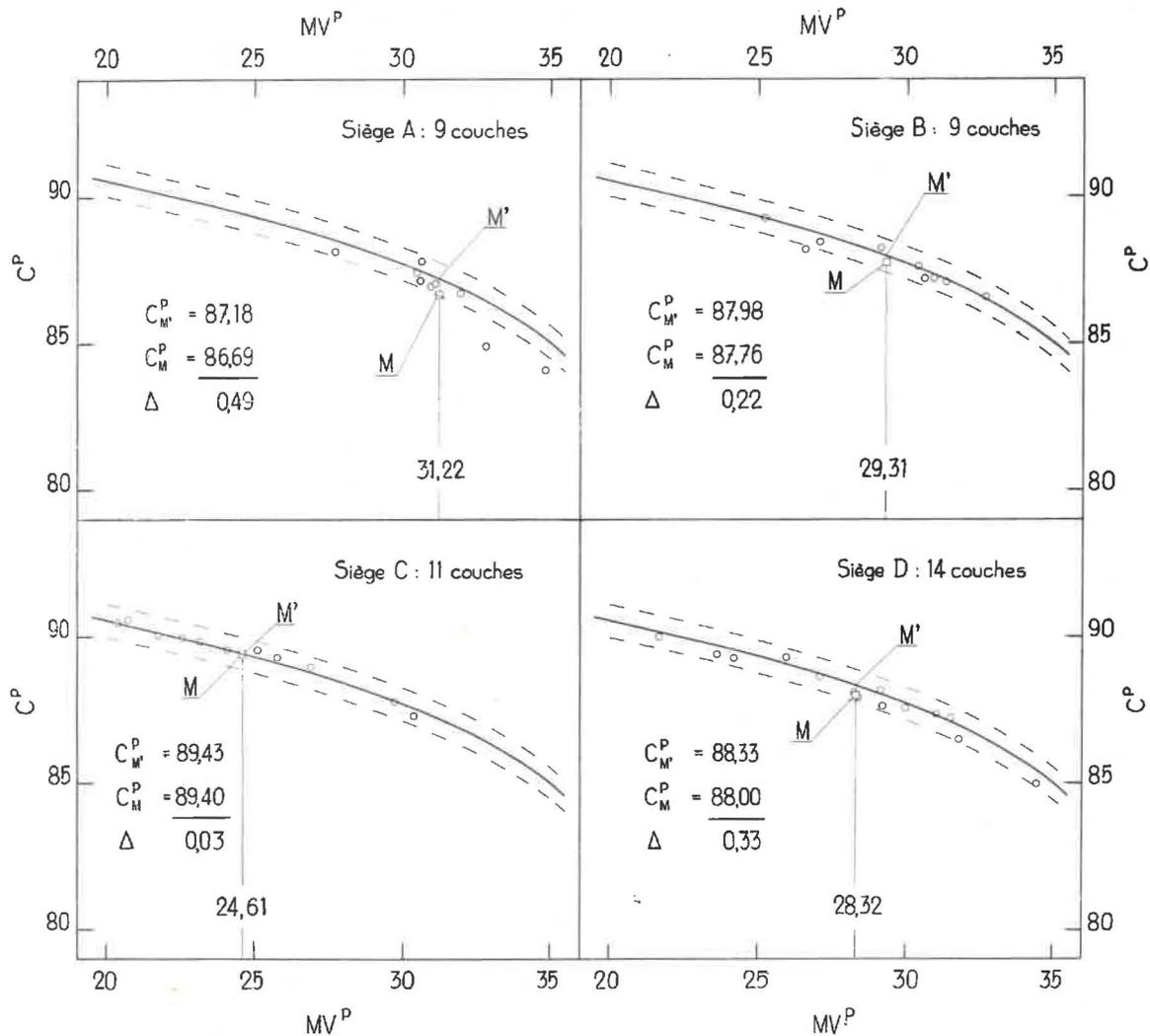


Fig. 8. — Comparaison des compositions élémentaires analytiques et statistiques : teneurs en carbone de 4 mélanges hypothétiques complexes.

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 ^p	C ^p	H ^p	N ^p	S ^p _{org}	O ^p (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		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	Fines à coke	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				Δ
		MVP	PC _s ^p exp. (kcal/kg)	PC _s ^p 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^p, H^p, S_{org}^p et O^p 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^p, H^p, S_{org}^p et O^p 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_{nt} (m³ 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 (m³ 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 (m³ 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 :

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

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

b) fumées totales :

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

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

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

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.

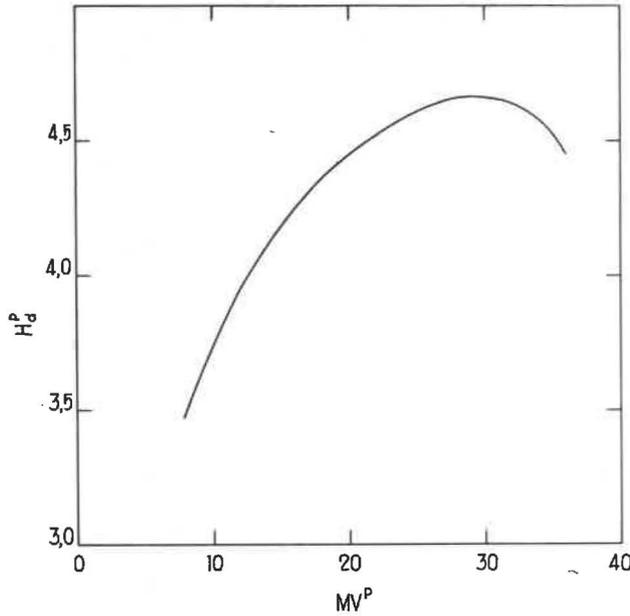


Fig. 9. — Teneur en hydrogène excédentaire des houilles belges ($H_{d_n}^p = H^p - 0^p/7,957$)

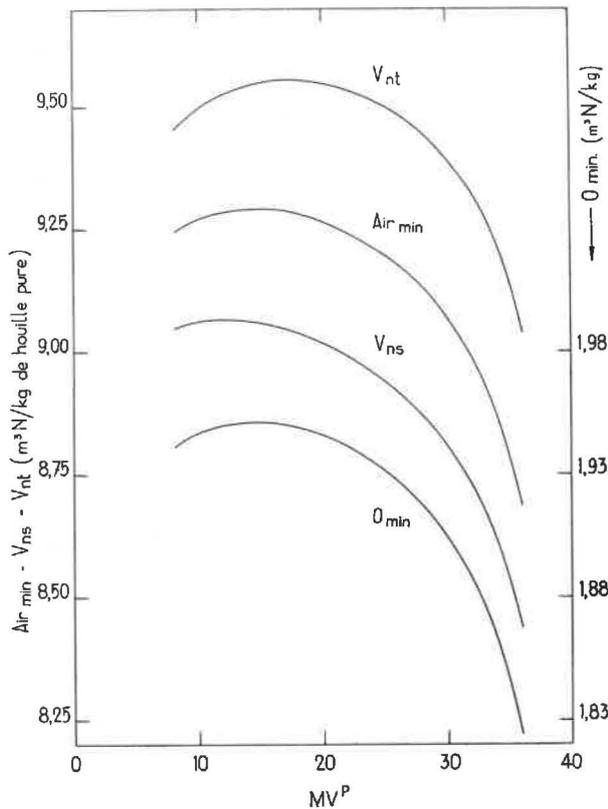


Fig. 10. — Combustion neutre théorique des houilles belges : volume minimum de comburant (O_{min} et air_{min}); fumées neutres sèches (V_{ns}) et fumées neutres totales (V_{nt}) de la combustion par l'air.

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

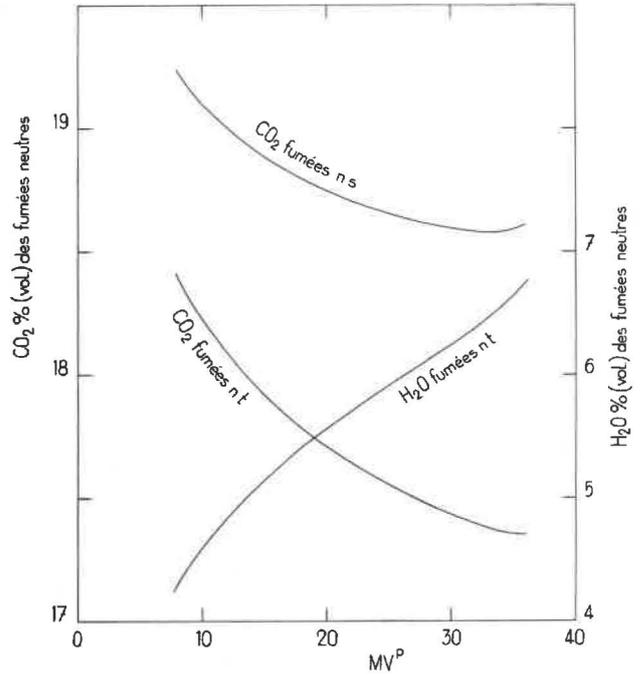


Fig. 11. — Combustion neutre théorique des houilles belges par l'air. Composition des fumées : CO_2 (% en vol.) des fumées sèches et totales; H_2O (% en vol.) des fumées totales.

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^{er} 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^{er} 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 waternvrije 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^{er} 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^{er} 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^e 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 CO₂ 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

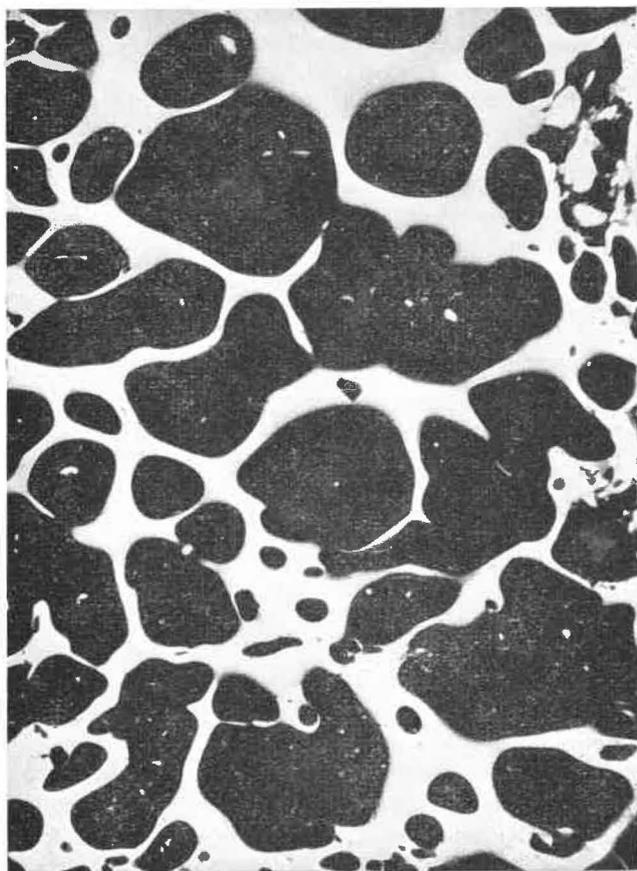


Fig. 1. — Coupe d'une brique agglomérée au brai.
Microphotographie grossissement 85 fois.

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.

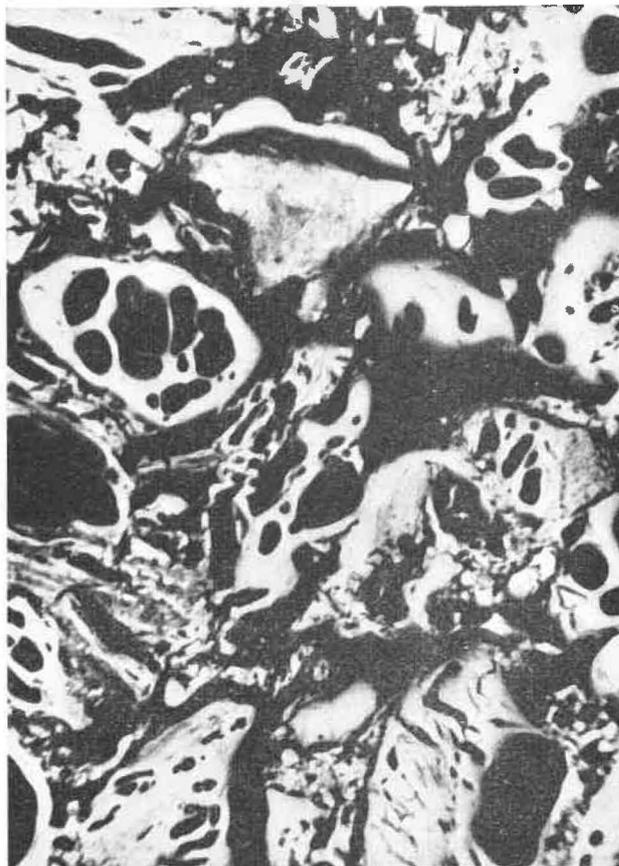


Fig 2. — Coupe d'une brique agglomérée à la lessive sulfiteuse.
Microphotographie grossissement 85 fois.

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^{er} 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 μ .

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^o selon les microlithotypes (vitrite, clarite, durite, semi-fusinite, fusite, schistes et matières minérales) au microscopique à table intégratrice ou au point-counter ;

2^o 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 :

- vitrite + 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.

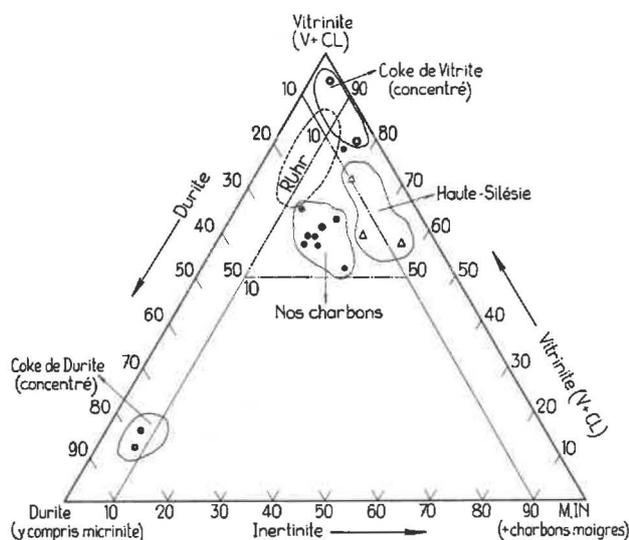


Fig. 1. — Diagramme triangulaire. Position de nos charbons et de charbons étrangers à coke d'après leur composition pétrologique.

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 ^o 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.

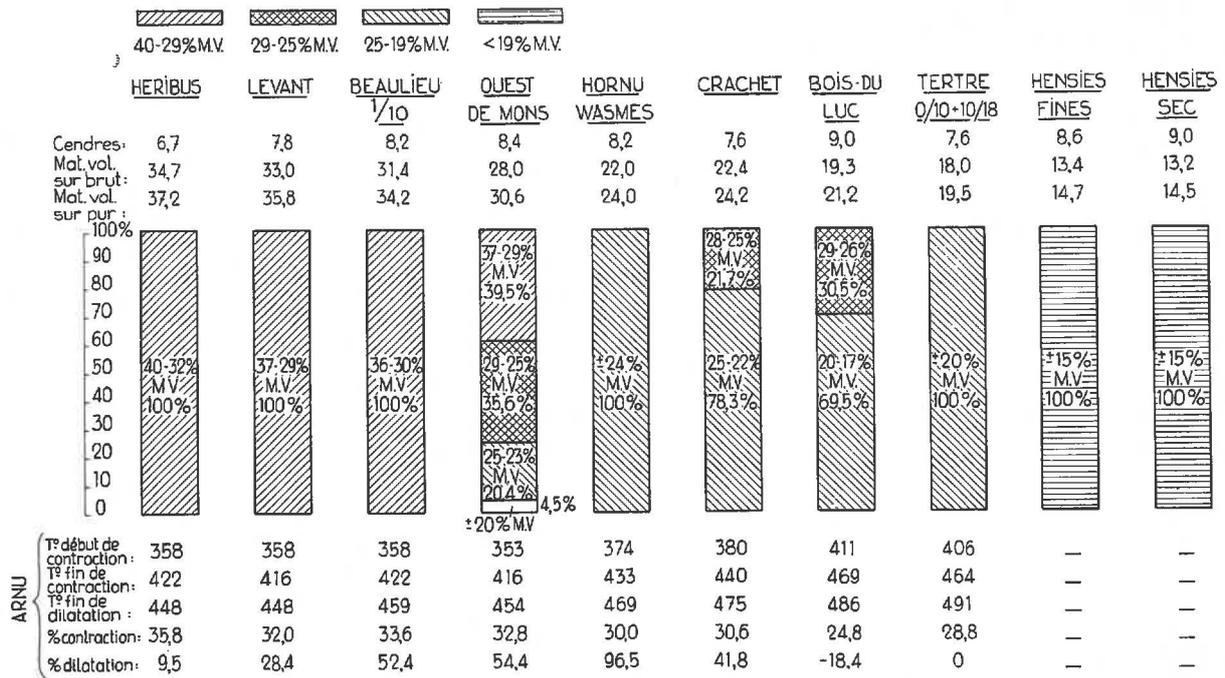


Fig. 2. — Histogramme du rang des fines du prélèvement du 17 mai 1958.

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 %.

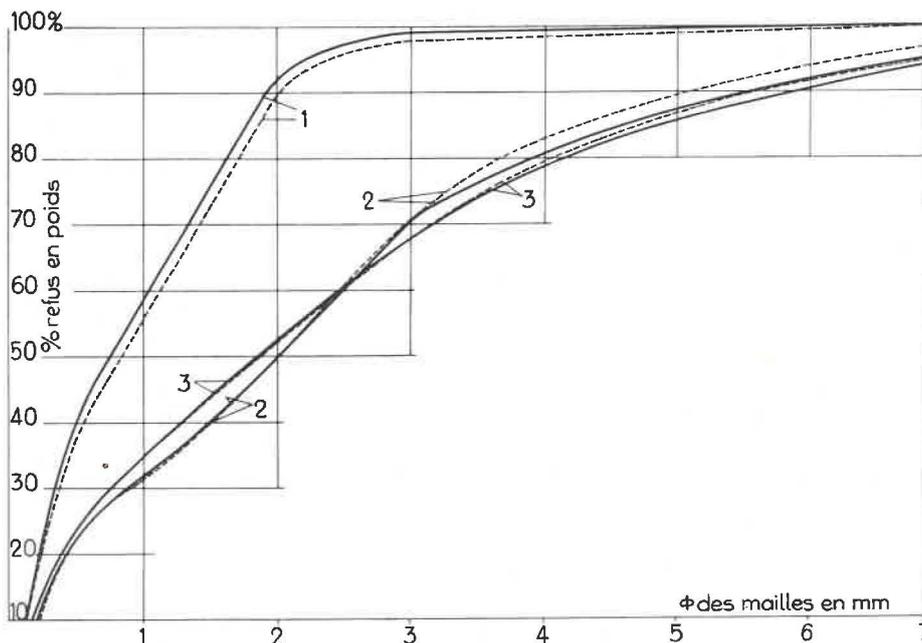


Fig. 3. — Reproductibilité des essais de broyage.

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.

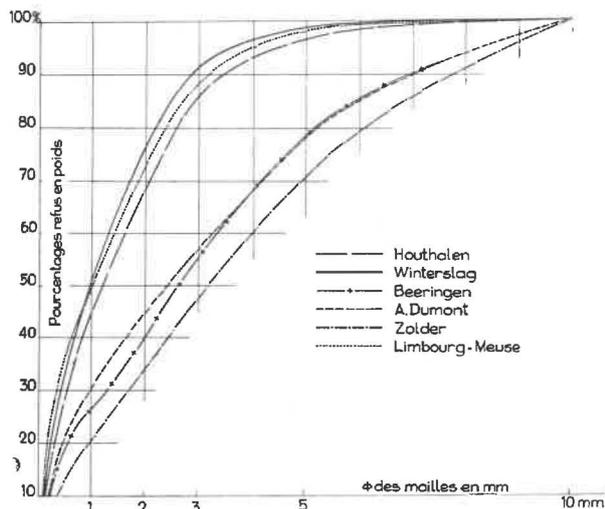


Fig. 4. — Duretés des campinois.

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.

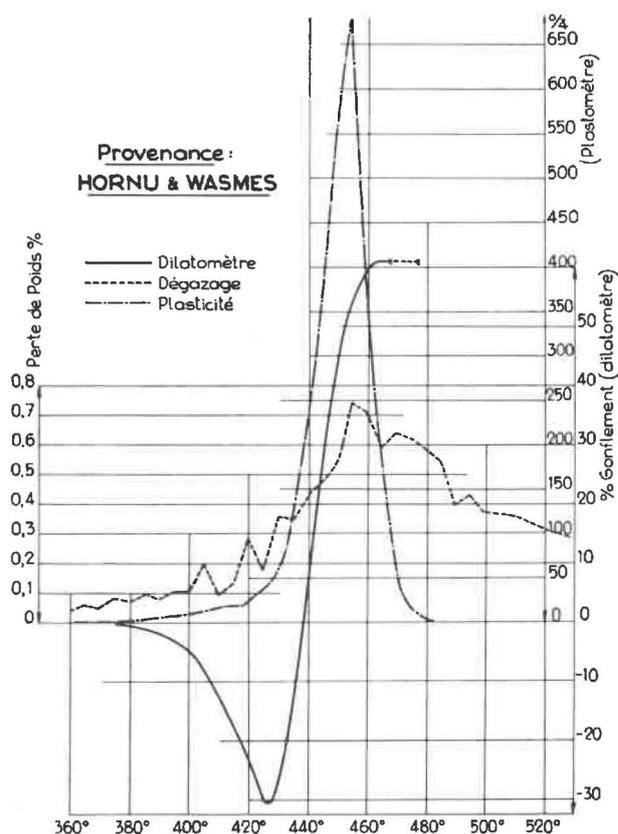


Fig. 5. — Superposition des courbes dilatométriques gravimétrique et plastométrique.

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.

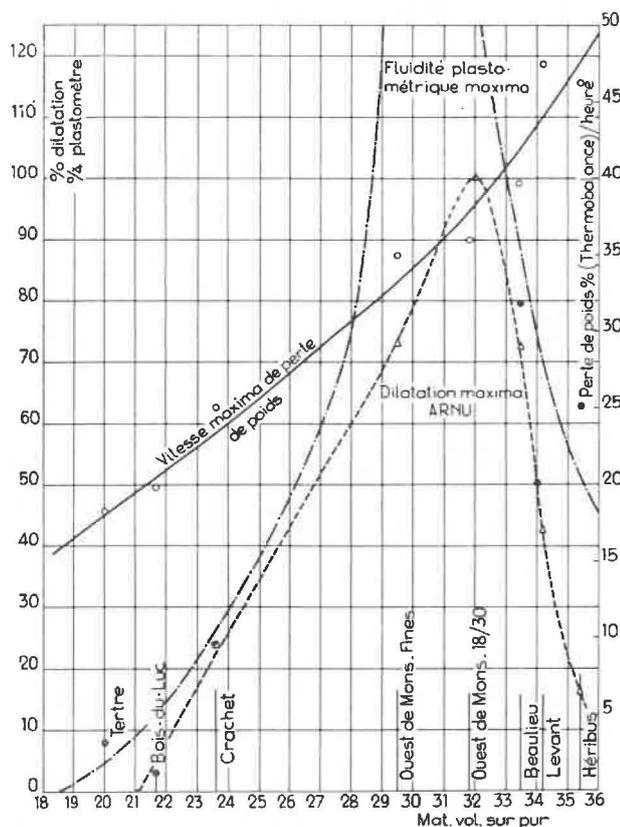


Fig. 6. — Relation entre les caractéristiques des courbes de dégazage, dilatométriques et plastométriques.

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.

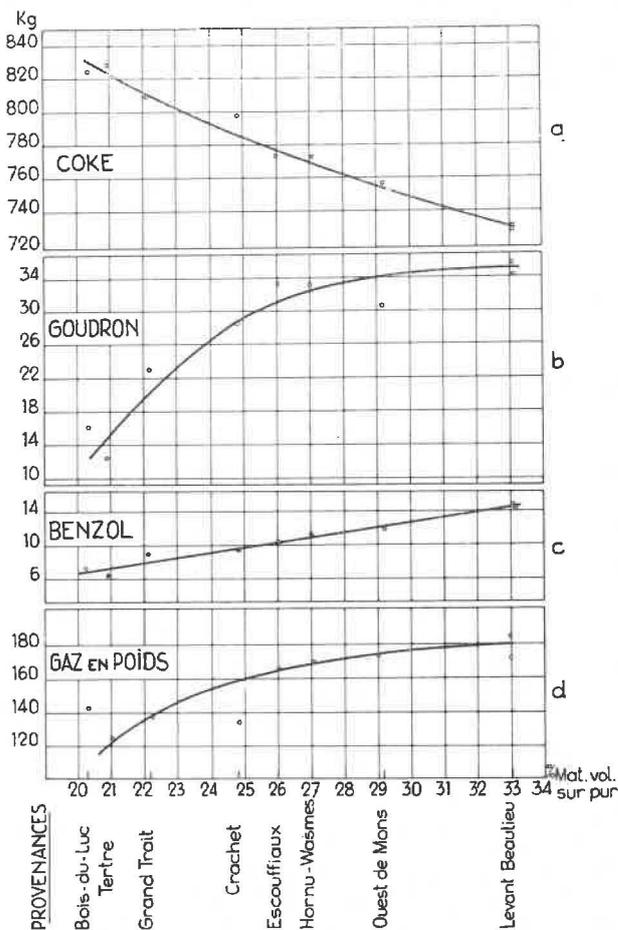


Fig. 7. — Rendements en sous-produits en fonction des matières volatiles sur pur.

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.

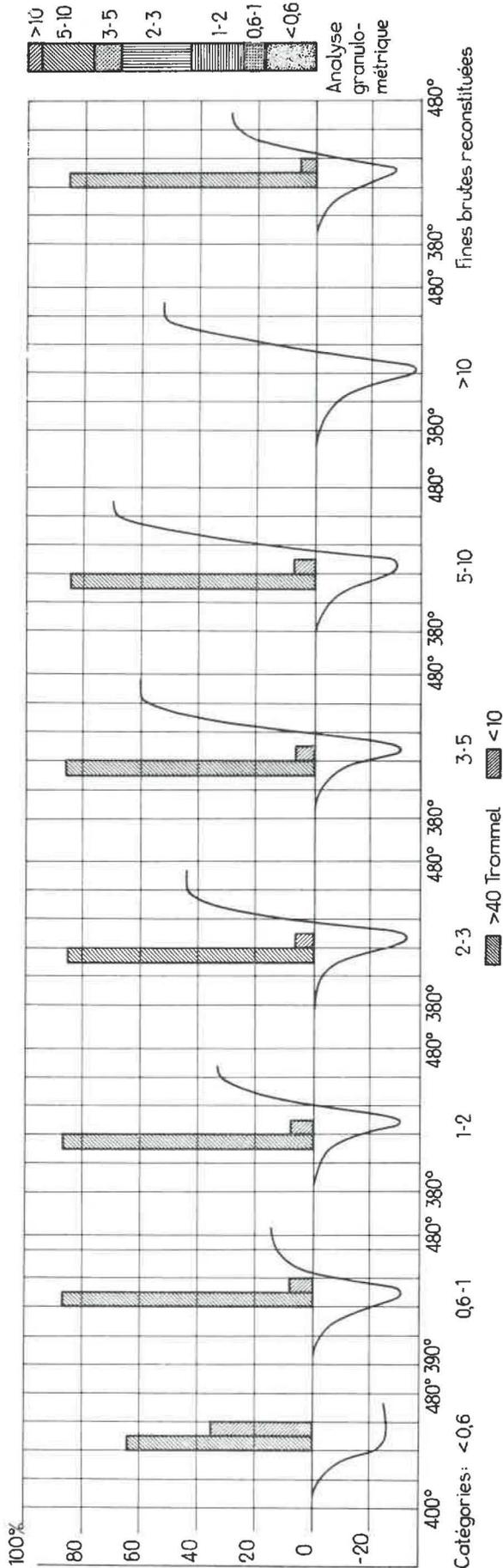


Fig. 8. — Essais dilatométriques 3°/min et trommel.

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.

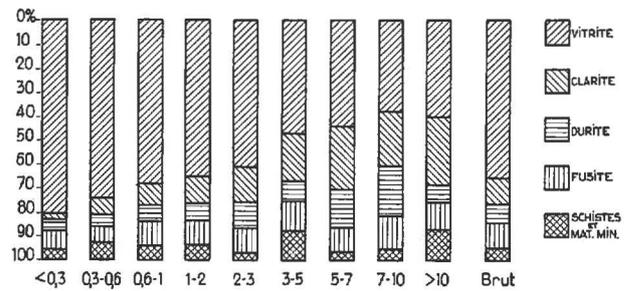


Fig. 9. — Schéma de la répartition des constituants pétrologiques dans les différentes fractions du mélange broyé en ligne.

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.

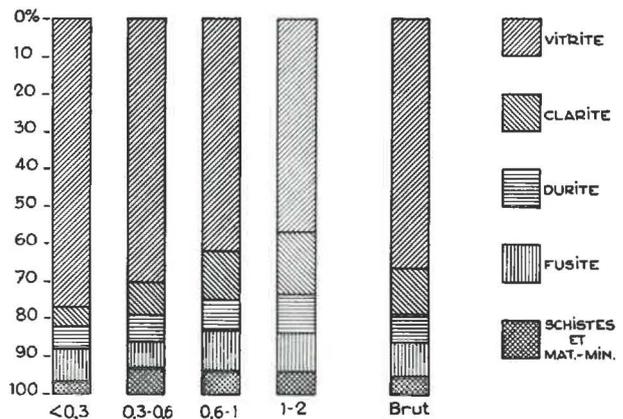


Fig. 10. — Schéma de la répartition des constituants pétrologiques dans les différentes fractions du mélange broyé méthodiquement.

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.

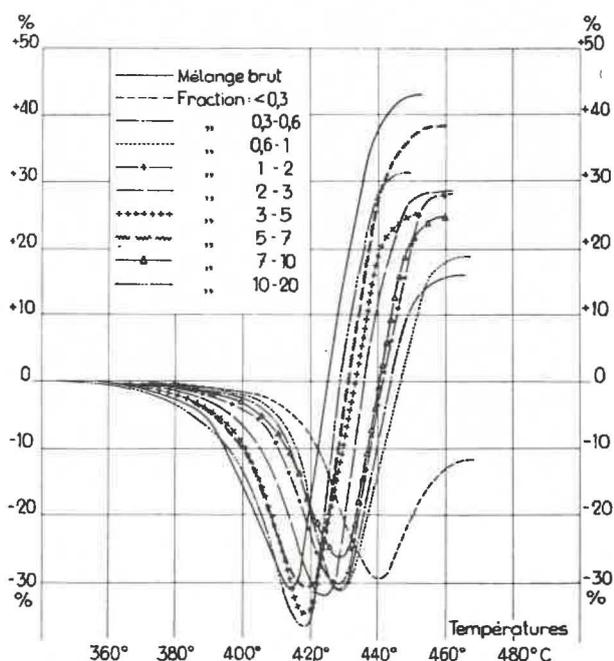


Fig. 11. — Courbes dilatométriques des fractions du mélange préparé par broyage en ligne.

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.

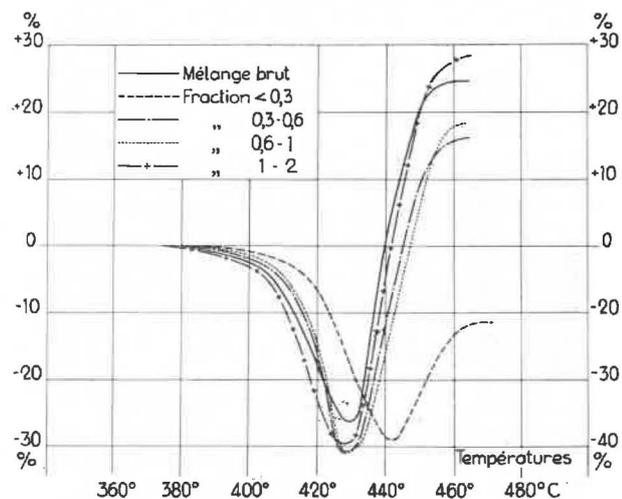


Fig. 12. — Courbes dilatométriques des fractions du mélange préparé par broyage méthodique.

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

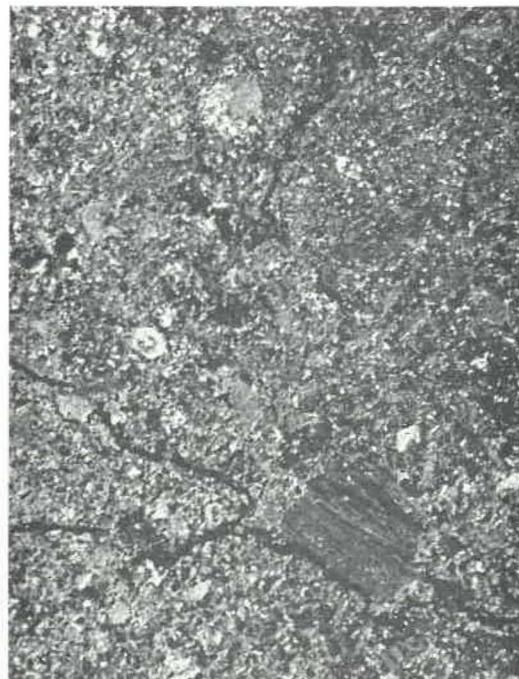


Fig. 13.

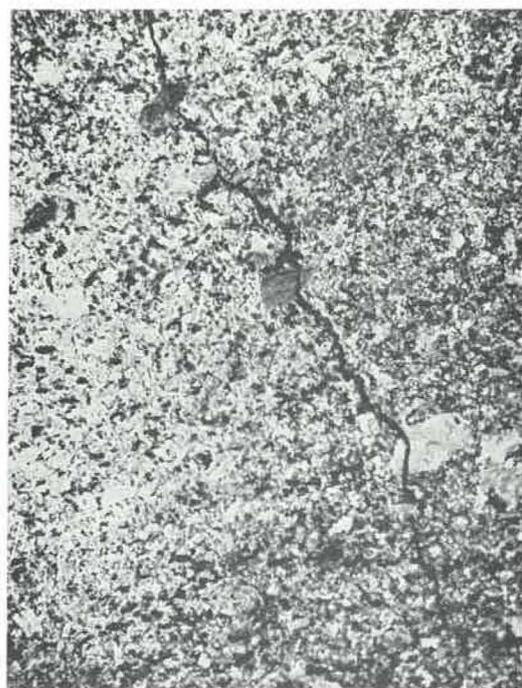


Fig. 14.

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 réfléchie, 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.

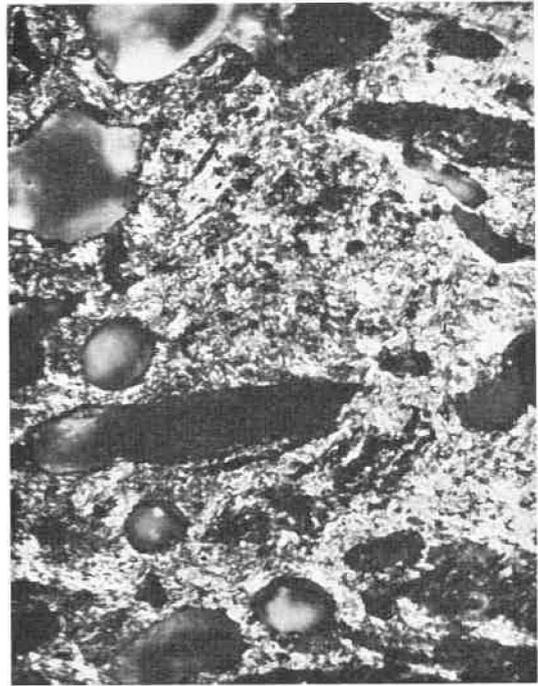


Fig. 16.

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

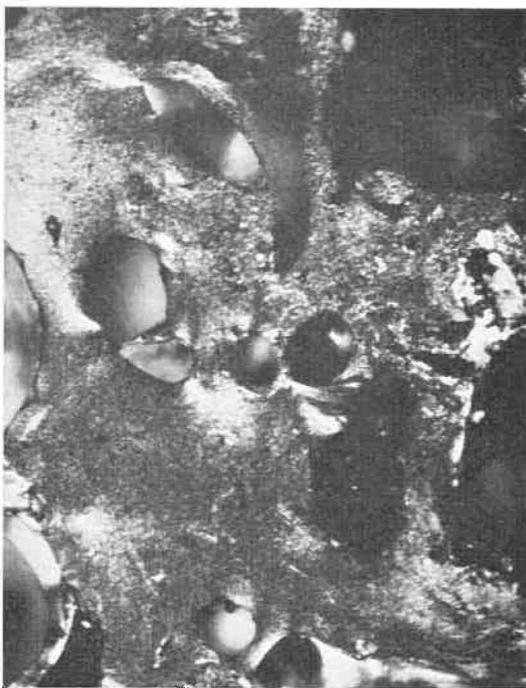


Fig. 15.

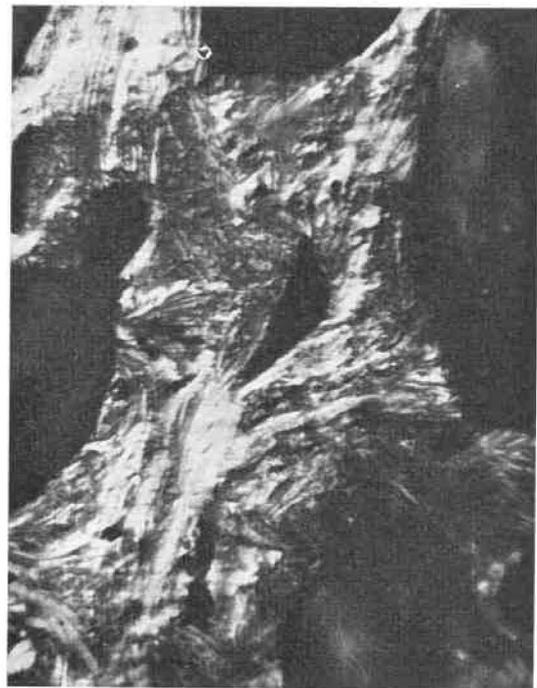


Fig. 17.

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,

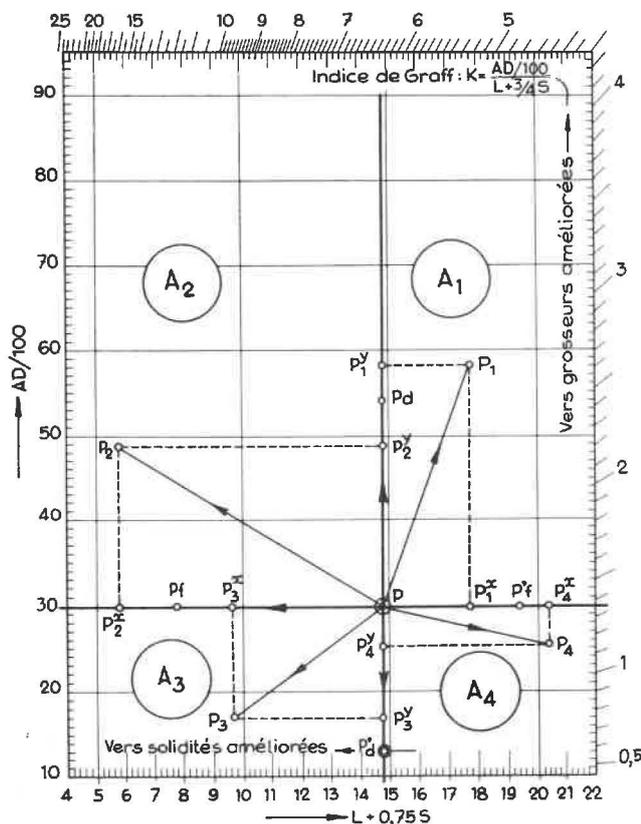


Fig. 19. — Image de la solidité du coke.

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 A₂ est optimum, la direction A₃ 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 + N₂) 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/m³ (en principe on chauffe avec

un gaz à 5.000 kcal/m³). La précision obtenue est de ± 50 kcal/m³ 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.

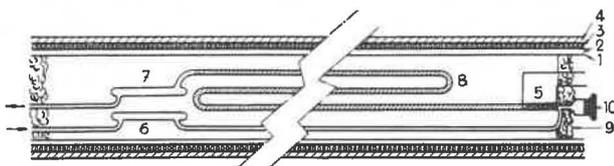


Fig. 20. — Colonne chromatographique.

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 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

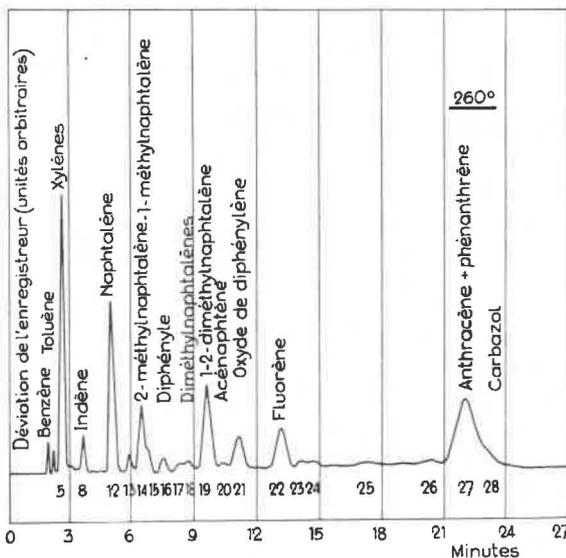


Fig. 21.

(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	acénaphthène (276°9)	6,50	6,4
14	oxyde de diphenylène (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	0,5	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	—	—	0,5	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 ± 5.000 kcal/m³, soit au gaz pauvre ± 1.200

kcal/m³. 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 m³ 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 m³ 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/m³ 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 ammoniac, le sulfate ammoniac 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.

Inflammations d'huile provoquées par la blessure des câbles électriques

J. LECLERCQ

Ingénieur principal divisionnaire des Mines

avec la collaboration de

V. FIEVEZ

Délégué à l'Inspection des Mines.

O. DEGEYTER

Délégué à l'Inspection des Mines.

SAMENVATTING

De lezer zal hier geen uitvoerige theoretische uiteenzettingen vinden maar slechts een reeks vaststellingen die verricht werden tijdens proeven, die wellicht als enige verdienste hebben de eerste in hun soort te zijn.

Ik dank mijn medewerkers, de HH. FIEVEZ en DEGEYTER voor de zo toegewijde als doelmatige hulp die zij verleenden bij de realisatie der proeven.

Het doel dezer proeven was de voorwaarden te bestuderen waarin een oliestraal door een elektrische boog wordt ontstoken.

Zulke ontvlaming deed zich op accidentele wijze voor in een schacht, doordat een olieleiding onder 6 kg/cm^2 druk en twee naburige elektrische kabels, gelijktijdig beschadigd werden door een zelfde schok; de oliestraal, die uit de beschadigde leiding spoot, werd ontstoken door de kortsluitbogen die ontstonden in de elektrische kabels.

Aan het Nationaal Mijninstituut werd gevraagd het gedrag van een straal lichte olie te bestuderen in tegenwoordigheid van elektrische bogen van verschillende duur en intensiteit.

Vooraf werden proeven gedaan met verdeelde oliestralen in contact te brengen met gloeiende punten van verschillende aard. De olie komt op 6 kg/cm^2 uit een kleine cirkelvormige of lamellaire opening; de kegelvormige of vlak uitgespreide oliestraal is verdeeld in min of meer kleine oliedruppels, maar nooit fijn verstoven zoals bij gasoliebranders of dieselmotoren.

Vervolgens worden de oliestralen gericht op elektrische bogen, in open lucht tussen twee elektroden verwekt. In bepaalde voorwaarden van verdeeldheid ontvlamt de olie in contact met bogen van zeer korte duur, van de orde van enkele milliseconden, en van tamelijk geringe energie. De vlam blijft na de uitdoving van de bogen slechts voortbestaan indien ze gecollecteerd wordt door een scherm, stroomafwaarts van de boog.

Voortgaande op deze resultaten werd het gedrag van gewapende schachtkabels onderzocht, die onder spanning door een hevige schok gekwetst worden, evenals van een verdeelde oliestraal die op de kabel gericht wordt op de plaats van de schok. Deze proeven werden uitgevoerd van februari tot april 1957.

De uitslagen van de reeks van meer dan 200 proeven in 1957 uitgevoerd kunnen als volgt samengevat worden:

De gewapende schachtkabel $3 \times 35 \text{ mm}^2$ of $3 \times 25 \text{ mm}^2$ onder 500 V spanning, ontvangt een slag van de vleugel van een hoekijzer, dat op een zware balk bevestigd is; de schokenergie bedraagt 42 tot 146 kgm.

Indien de uitschakelaar de stroom op ogenblikkelijke wijze onderbreekt, hetzij op 80 à 100 milliseconden, bemerkt men bij de slag een niet zeer hevige bundel gensters. De verdeelde vlakke oliestraal ontsteekt zich in 70 % van de gevallen. Een energie van 42 kgm lijkt de grens te zijn van de niet-ontvlamingen. Een olietemperatuur van minder dan 10° en de afwezigheid van een scherm zijn oorzaak van voorbijgaande vlammen en van niet-ontvlamingen.

De beschadiging van de kabels is haast onmerkbaar en laat slechts een gering aantal gloeiende koperdeeltjes door.

Indien de onderbreking van de stroom tot op enkele seconden vertraagd wordt, zijn de gensters heviger en doen zich uitwendige bogen voor. De olie kan zich nog ontvlammen op de gloeiende punten voortkomende van het smelten van het koper of van het staal.

Op electrisch gebied werden een honderdtal oscillogrammen geregistreerd. Enkele vertonen een kenmerkend verloop en worden in deze studie afgebeeld.

De intensiteit van de kortsluitstroom varieert van 380 tot 550 A en de werking van de uitschakelaar werd bestudeerd in functie van de gemeten stroomsterkten.

Een kortsluiting die op het einde van een kabel met tamelijk grote weerstand ontstaat, veroorzaakt slechts geringe intensiteiten. Men dient zeer omzichtig te zijn bij het beramen van deze kortsluitstromen, ten einde de relais van de uitschakelaars zo goed mogelijk te regelen.

Twee oscillogrammen bewijzen dat indien de ogenblikkelijke uitschakeling geblokkeerd wordt, de kortsluitboog tot verscheidene malen toe kan doven en herleven, waardoor de uitschakeling van de stroom veel meer tijd kan vergen dan voorzien.

Tenslotte hebben wij vastgesteld dat, in de beboelde voorwaarden, de slag op een gewapende kabel met isolatie in papier, bijna altijd een kortsluiting op de drie fasen veroorzaakte indien de schokenergie meer dan 42 kgm bedraagt.

In 1958 werden deze proeven onder preventief oogpunt voortgezet.

A. — Wij hebben de maxima en minima verdelingsvoorwaarden van de olie nagegaan die een ontvlaming toelaten, evenals de factoren die deze verdeling beïnvloeden.

Samenvattend werd vastgesteld dat zich geen ontvlaming meer voordeed :

- a) indien de opening waardoor de olie uitkomt meer dan 10 mm doormeter heeft, hetzij bij een debiet van meer dan 33 liter/minuut bij 6 kg/cm² druk. De straal is alsdan te compact ; zij dooft de bogen, zelfs degene die verscheidene seconden duren ;
- b) indien de opening een doormeter heeft van minder dan 1 mm, hetzij voor een debiet van minder dan 2,72 l/min.

In deze voorwaarden schijnt het geringe debiet een mengsel van fijn verdeelde olie en lucht te vormen dat te arm is om te ontvlammen bij het contact met de vonken.

Deze resultaten worden bevestigd door de proeven met een oliemist, verwekt door een olieverstuiver. Zulke fijn verstoven olie wordt niet ontstoken door de vonken.

De proeven zullen overigens voortgezet worden met oliedrukkingen tot 100 kg/cm², hetzij de drukking van zekere hydraulische toestellen, waarvan het gebruik zeer verspreid is in zekere landen.

De noodzakelijkheid van een collecterend scherm werd vastgesteld.

De temperatuur van de olie beïnvloedt sterk de viscositeit.

B. — Wij hebben in die voorwaarden, olieëmulsiës beproefd, waarvan de viscositeit groot is bij de gewone temperatuur, maar veel geringer bij de gebruikstemperaturen in de hydraulische machines. De ontvlaming van die emulsiës door bogen werd niet bereikt. Nochtans indien dergelijke emulsiës in dunne filmen zijn uitgespreid of zeer verdeeld zijn door porositeit, in een soort wieken, ontvlammen zij zich bij het contact van gloeiende punten, vermoedelijk na het emulsiewater door verdamping te hebben verloren.

C. — Tevens werden nieuwe soorten kabels van Belgische en vreemde fabricatie beproefd.

Zekere kabels met isolatie in P.V.C. of andere synthetische materialen weerstaan veel beter aan mechanische schokken dan de kabels met papierisolatie.

Zekere kabels weerstaan zelfs aan zeer hevige schokken van redelijk grote energie, tot 200 kgm, zonder dat de geleiders worden aangetast. Er doet zich geen kortsluiting voor.

Dit gunstig gedrag mag toegeschreven worden aan de elasticiteit van de isolatie in P.V.C. of plastisch materiaal.

Deze beproevingsvoorwaarden zijn vergelijkbaar met schokken die zich veelvuldig voordoen in de mijn : ontsporing van mijnwagens, val van een ijzeren ondersteuningsraam, steenval, enz...

D. — Proeven werden uitgevoerd met olie te doen branden in besloten midden, hetzij in een kokerleiding van 400 mm doormeter, hetzij in de proefgalerij van het Nationaal Mijninstituut te Paturages, van 2 m² doorsnede.

Wij slaagden erin vlammen van meer dan 40 m lengte in de kokerleiding en van ongeveer 30 m lengte in de proefgalerij te verkrijgen.

De verbranding is steeds onvolledig. Veel olie blijft onverbrand. De rook is buitengewoon dik, zwart en roetachtig, met een hoog gehalte aan CO.

De verbranding van enige liters olie veroorzaakt reeds gevaarlijke roken.

Men kan zich gemakkelijk de invloed op de luchtverversing inbeelden van zulke belangrijke vlammen. Wij menen overigens dat de lengte der vlammen nog kan vergroot worden door een aanvoer van verse lucht in de roken. Wij voorzien de voortzetting van deze proefnemingen met merkelijk hogere oliedrukkingen.

E. — Tenslotte hebben wij gepoogd de olielam te doven door een waterstraal, in een gereconstitueerd gedeelte van een schacht.

De verdeelde oliestraal, met een debiet van 20 l/min brandt met een vlam van 7 à 8 m hoogte.

Zolang de olievoeding duurt, slagen de pompiers er niet in de vlam te doven met een lans die meer dan 800 l water per minuut geeft, zelfs indien de waterstraal van op 3 m afstand op de opening wordt gericht die de oliestraal doorlaat.

RESUME

Le lecteur ne trouvera pas ici de longs développements théoriques mais uniquement une série d'observations résultant d'essais, qui, je le crains, n'ont pour mérite que d'être les premiers dans ce domaine.

Je remercie mes collaborateurs, MM. FIEVEZ et DEGEYTER, pour l'aide aussi dévouée qu'éclairée qu'ils m'ont apportée dans la réalisation des expériences.

Ces essais ont eu pour but la recherche des conditions d'inflammation d'un jet d'huile par un arc électrique.

Une telle inflammation s'est produite accidentellement dans un puits, au moment où une conduite d'huile légère sous pression de 6 kg/cm², et deux câbles électriques disposés au voisinage de celle-ci, furent simultanément endommagés par un choc mécanique : un jet d'huile, s'échappant de la conduite, s'enflamma au contact des arcs qui avaient jailli par l'effet du choc.

Nous avons demandé à l'Institut National des Mines d'étudier le comportement d'un jet d'huile minérale légère sous pression en présence d'arcs électriques de durée et d'intensité diverses.

Ces essais eurent d'abord pour but l'étude du comportement d'un jet d'huile divisé au contact de points chauds divers. Le jet d'huile sort sous une pression de 6 kg/cm² par un petit orifice circulaire ou lamellaire ; le cône ou la nappe d'huile est divisé en gouttes plus ou moins fines, mais n'est jamais pulvérisé en brouillard comme c'est le cas dans les brûleurs des foyers à mazout ou les moteurs Diesel.

Ensuite, ces jets ont été projetés sur des arcs électriques provoqués à l'air libre entre deux électrodes ; dans certaines conditions de division, on a enflammé l'huile au contact d'arcs de très courte durée, de l'ordre de quelques millisecondes, et d'énergies relativement faibles ; la flamme ne persiste après extinction des arcs que si elle est collectée par un écran, situé en aval de l'arc.

A la suite de ces expériences, nous avons étudié le comportement sous tension des câbles armés de puits de mine, sous l'effet d'un choc violent, ainsi que le comportement d'une nappe d'huile divisée et projetée sur le câble à l'endroit du choc. Ces essais ont été effectués de février à avril 1957.

On peut résumer sommairement comme suit cette série de plus de 200 essais effectués en 1957.

Le câble armé de mine, 3 × 35 mm² ou 3 × 25 mm², est, sous la tension de 500 volts, frappé généralement par l'aile d'une cornière solidaire d'une très grosse poutrelle, avec une énergie qui a varié de 42 à 146 kgm.

Quand le disjoncteur coupe le courant d'une façon « instantanée » soit en 80 à 100 millisecondes, il y a, au moment du choc, une gerbe d'étincelles, peu spectaculaire ; la nappe divisée d'huile, projetée sur ces étincelles, s'enflamme dans 70 % environ des cas ; une énergie de 42 kgm paraît être le seuil des non-inflammations ; une température de l'huile de moins de 10°, ainsi que l'absence d'un écran, sont la cause d'un certain nombre de flammes fugaces et de non-inflammations.

La blessure des câbles est peu marquée et ne livre passage qu'à une faible quantité de particules de cuivre incandescentes.

Quand la rupture du circuit par le disjoncteur est retardée à quelques secondes, la gerbe d'étincelles est plus abondante et s'accompagne d'arcs extérieurs. L'huile peut encore s'enflammer sur les points chauds résultant de la fusion du cuivre ou de l'acier.

Au point de vue électrique, une centaine d'oscillogrammes ont été enregistrés ; quelques-uns d'entre eux, représentant des types caractéristiques, sont reproduits dans cette étude.

L'intensité des courants de court-circuit a varié de 380 à 550 A et le comportement du disjoncteur a été étudié en fonction de ces intensités mesurées.

Un court-circuit, éclatant en bout de ligne dans un câble assez résistant, provoque des intensités relativement faibles : il faut être très prudent dans l'estimation de ces courants, afin de régler au mieux les relais des disjoncteurs.

Deux oscillogrammes reproduits dans l'étude montrent que, si le déclenchement instantané est bloqué, le court-circuit peut disparaître momentanément et à plusieurs reprises, apportant au fonctionnement du disjoncteur un retard qui pourrait être beaucoup plus grand que celui prévu.

Enfin, nous avons noté que, dans les conditions décrites, un choc sur un câble armé avec isolement au papier, provoquait, dans presque tous les cas, un court-circuit intéressant immédiatement les trois conducteurs, si le choc toutefois a une énergie suffisante, soit de plus de 42 kgm.

Nous avons, en 1958, poursuivi ces essais au point de vue préventif.

A. — Nous avons recherché les conditions maxima et minima de division de l'huile, ainsi que les facteurs influençant cette division, qui pouvaient permettre une inflammation.

En résumé, nous avons constaté qu'il n'y avait plus inflammation :

- a) si l'orifice débitant l'huile avait un diamètre supérieur à 10 mm, soit un débit supérieur à 33 litres/minute, pour une pression de 6 kg/cm² ; le jet paraît alors trop compact et éteint les arcs, même ceux qui durent plusieurs secondes ;
- b) si l'orifice débitant l'huile a un diamètre inférieur à 1 mm, soit pour un débit inférieur à 2,72 litres/minute. Il semble dans ces conditions qu'un débit aussi faible d'huile provoque au contact des étincelles un mélange d'huile très divisée et d'air, mais qui ne s'enflamme plus parce que trop pauvre en combustible.

Ces essais sont confirmés par les résultats obtenus avec un brouillard d'huile, produit par un pistolet graphiteur ; cette huile pulvérisée en brouillard ne s'enflamme pas au contact des étincelles.

Nous continuerons d'ailleurs ces essais en utilisant une pression supérieure, de plus de 100 kg/cm², soit la pression rencontrée dans certaines huiles utilisées comme fluides hydrauliques ; cet usage d'huile est très courant, surtout dans certains pays étrangers.

La nécessité de la présence d'un écran collecteur a été constatée.

La température de l'huile influence la viscosité d'une façon prépondérante.

B. — Nous avons, dans ces conditions, expérimenté des émulsions d'huile, dont la viscosité est grande aux températures ambiantes, mais cependant plus faible aux températures d'emploi dans les machines hydrauliques ; nous n'avons pas obtenu d'inflammation de ces émulsions dans les arcs, même prolongés. Toutefois, si de telles émulsions sont répandues en minces pellicules, ou sont très divisées par porosité, dans des espèces de mèches, elles s'enflamment au contact de points chauds, probablement après avoir perdu leur eau par évaporation.

C. — Nous avons essayé des câbles de fabrication nouvelle, belge et étrangère.

En résumé, nous avons constaté que certains câbles, dont les isolants sont en polyvinyle ou autre matière synthétique, résistent beaucoup mieux mécaniquement aux chocs que les câbles isolés au papier.

Certains mêmes résistent à des chocs sévères et d'une énergie déjà grande : 200 kgm, sans que les conducteurs soient affectés : il n'y a pas de court-circuit.

On peut attribuer ce résultat encourageant à l'élasticité des gaines, en polyvinyle ou matières plastiques, qui forment un matelas amortisseur.

Ces conditions d'essais reproduisent des chocs qui se présentent fréquemment dans la mine : déraillement d'un wagonnet, chute d'un cadre métallique, de pierres...

D. — Nous brûlons de l'huile en milieu confiné, soit dans une conduite constituée de buses de 400 mm de diamètre, soit dans la galerie d'essais de l'Institut National des Mines à Paturages, de 2 m² de section. Nous sommes parvenus à obtenir des flammes de plus de 40 m de longueur dans la conduite de buses, et de quelque 50 m de longueur dans la galerie d'essais. La combustion est toujours incomplète ; beaucoup d'huile échappe à la combustion. Les fumées sont extraordinairement abondantes, noires, chargées de suies et contiennent un pourcentage élevé de CO. La combustion de quelques litres d'huile provoque déjà un nuage de fumées dangereuses.

On imagine bien la perturbation apportée dans l'aérage par un volume aussi important de feux. Nous pensons qu'il y a moyen d'étendre encore la longueur de la flamme en introduisant dans le circuit des fumées un apport d'air frais. Nous comptons continuer ces expériences en utilisant une pression d'injection d'huile beaucoup plus élevée.

E. — Enfin, nous avons tenté d'éteindre, avec un jet puissant d'eau, un incendie d'huile provoqué dans un tronçon reconstitué de puits.

L'huile divisée comme relaté ci-dessus, d'un débit de 20 litres/minute, brûle en flamme de 7 à 8 m de hauteur. Pendant que dure l'alimentation en huile, les pompiers ne parviennent pas à éteindre l'incendie, avec une lance débitant plus de 800 litres d'eau/minute, alors même qu'ils peuvent diriger le jet d'eau, d'une distance de 3 m, sur l'orifice débitant l'huile enflammée, et cela pendant tout le temps que dure l'alimentation en huile.

SOMMAIRE

I. — Essais effectués en 1957	60
Dispositif expérimental	60
Résultats des expériences	65
A. — Au point de vue inflammation	65
B. — Au point de vue électrique	68
C. — Effets calorifiques des arcs sur les câbles	75
D. — Influence de ces effets calorifiques sur l'inflammation de l'huile	75
E. — Influence de la pression unitaire de choc	76

I. — Essais effectués en 1957

A la suite d'expériences effectuées par l'Institut National des Mines, nous avons commencé le 14 février 1957, une série d'essais destinés à étudier, d'une part, le comportement d'un câble armé électrique de puits de mine sous un choc et sous tension et, d'autre part, le comportement d'une nappe d'huile plus ou moins divisée projetée sur le câble à l'endroit du choc.

Dispositif expérimental.

1. Le mouton (fig. 1).

1.1. Dispositif.

Le mouton destiné à blesser le câble électrique sous tension est essentiellement constitué par une

poutrelle P dont l'extrémité B s'articule par une charnière sur un encadrement métallique.

Sur cet encadrement métallique, constitué de cornières, est monté un portique auquel est fixée une poulie. Ceci permet de relever l'extrémité A de la poutrelle P par l'intermédiaire d'un câble y attaché, passé sur la poulie et balé ou relâché par un palan.

Une fois la poutrelle soulevée par ce moyen à la hauteur désirée, on place une béquille soutenant la poutrelle. On détache le câble de l'extrémité A et la poutrelle est maintenue en équilibre assez instable sur la béquille. Pour que la poutrelle tombe brusquement, il suffit de tirer sur la béquille qui se dérobe sous la charge.

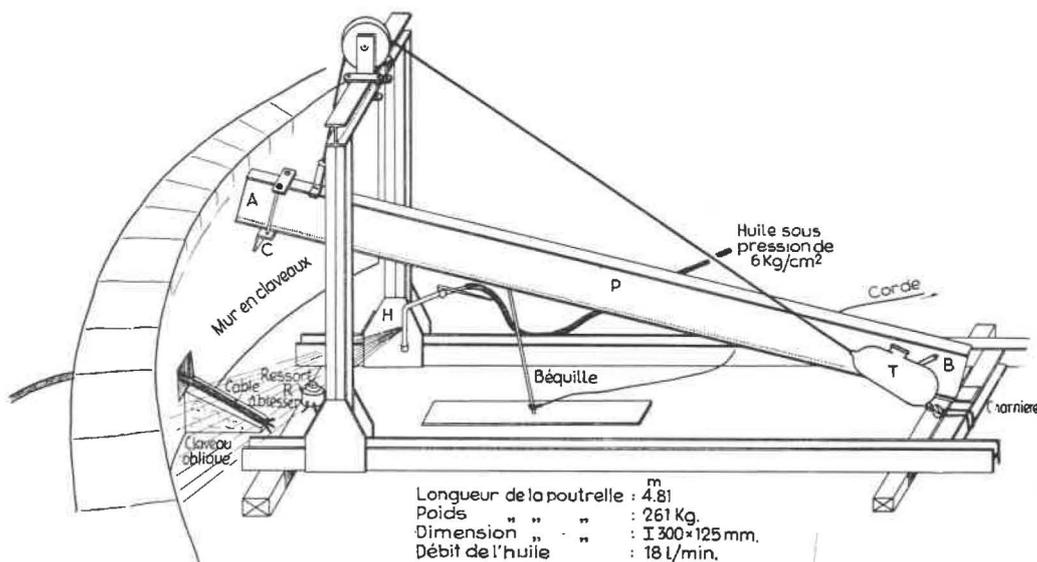


Fig. 1.

A l'extrémité A de la poutrelle P, nous avons placé une cornière C qui nous a servi dans un certain nombre de nos expériences à blesser le câble de façon localisée.

Nous décrivons plus loin les autres procédés utilisés pour blesser le câble.

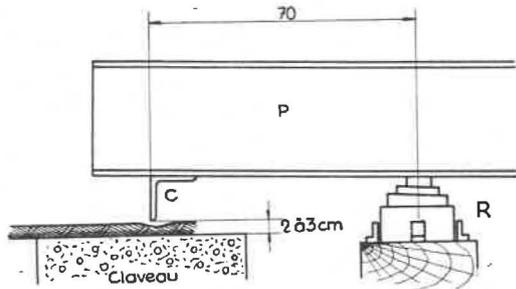


Fig. 2.

Nous avons placé également à l'aplomb de la poutrelle un ressort R en hélice disposé de telle façon que la poutrelle, après la chute, puisse être relevée de 2 à 3 cm (fig. 2). De cette manière, la cornière C ne reste pas sur la blessure du câble. En effet, sauf dans le cas où le câble est posé horizontalement au sol, l'objet blessant le câble ne reste pas en contact avec ce dernier.

Un jet d'huile arrive sur le câble à l'endroit où il doit être blessé.

1.2. Energie du choc dans nos essais.

L'énergie du choc peut être estimée comme étant le produit du poids de la poutrelle par le déplacement de son centre de gravité. Pour une hauteur de chute de 0,80 m, l'énergie du choc est de :

Poids de la poutrelle : $54,2 \text{ kg} \times 4,8 = 260,7 \text{ kg}$

Déplacement du centre de gravité : 0,40 m

Energie : $260,7 \text{ kg} \times 0,40 \text{ m} = 104,3 \text{ kgm}$

Pour une hauteur de chute de 0,40 m, cette énergie est de 52,1 kgm.

L'étude complète du problème amènerait à considérer le travail de la réaction du câble sur le mouton et ces travaux peuvent être négligés parce que le déplacement de ces appuis, qui est un des facteurs du travail, est faible.

Il faut retrancher aussi :

a) le travail de la réaction à la charnière B ;

b) l'énergie absorbée par le ressort (fig. 2) qui s'affaisse de quelque 2 à 3 cm, sous le poids de la poutrelle, pendant que la cornière pénètre dans le câble.

Il s'agit d'un ressort de butoir de wagons dont l'étalonnage a été fait à l'Institut National des Mines. Cet étalonnage donne en abscisses la flèche et en ordonnées l'effort F (fig. 3). La loi de variation n'est pas linéaire comme on pourrait s'y attendre.

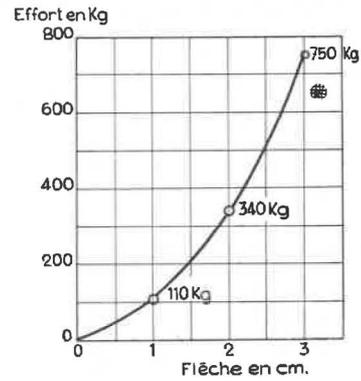


Fig. 3.

L'énergie maximum est $\int_0^3 F \text{ de}$

Si la loi était linéaire, cette énergie serait de $\frac{750 \text{ kg}}{2} \times 0,03 = 375 \times 0,03 = 11,2 \text{ kgm}$; elle est représentée par la surface d'un triangle.

L'énergie est un peu inférieure à cette valeur du fait de la concavité de la courbe.

Pour une hauteur de chute de 0,80 m, l'énergie de choc serait de $104,3 \text{ kgm} - 10,5 \text{ kgm} = 94 \text{ kgm}$.

Pour une hauteur de chute de 0,40 m, cette énergie serait de $52,1 \text{ kgm} - 10,5 \text{ kgm} = 42 \text{ kgm}$.

1.3. Organe de choc.

Dans une première série d'essais, nous avons muni l'extrémité A d'une cornière C de 120 mm \times 120 mm et de 10 mm d'épaisseur. Cette cornière écrase le câble reposant sur un claveau en béton horizontal (fig. 4).

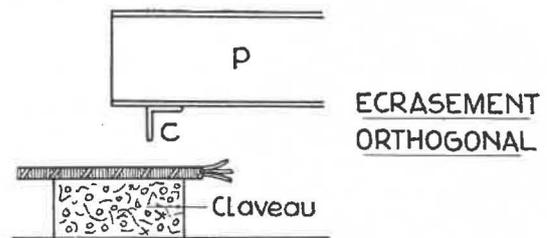


Fig. 4.

Cependant, pour figurer le choc sur un câble disposé le long de la paroi oblique de raccord d'un envoi au puits, nous avons, dans une autre série d'essais, laissé tomber la cornière sur un claveau en

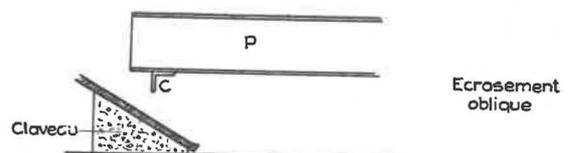


Fig. 5.

béton à paroi oblique à 30° environ sur l'horizontale (fig. 5).

Nous avons étendu notre étude à des essais de coincement : le câble descend verticalement, contre une cornière disposée le long du mur en claveaux ; l'extrémité A de la poutrelle coince, en tombant, le câble contre la cornière (fig. 6 A).

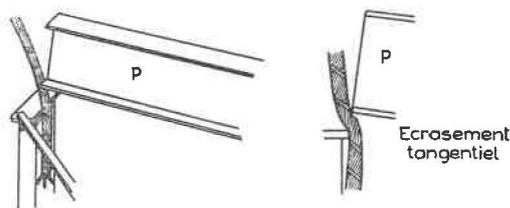


Fig. 6a.

Enfin, nous avons recherché l'influence éventuelle d'une diminution de pression unitaire de choc ; dans cette série d'essais, nous avons abandonné la cornière attachée à la poutrelle ; l'aile de cette poutrelle tombe à plat sur le câble, lui-même disposé sur le bourrelet d'un rail de 17 kg par mètre ; les directions du câble et du rail sont obliques l'une par rapport à l'autre (fig. 6 B).

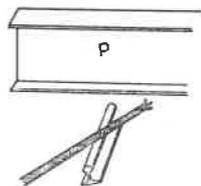


Fig. 6b.

2. Câbles.

Les câbles essayés sont des bouts de câble armé de mine, de $3 \times 25 \text{ mm}^2$ ou de $3 \times 35 \text{ mm}^2$, avec isolement au papier imprégné et gaine en plomb (fig. 6 C).

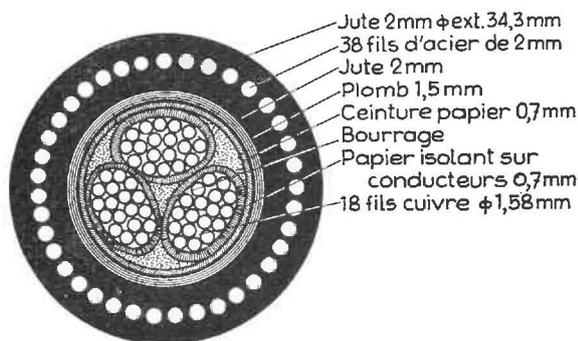


Fig. 6c.

Dans les 12 premiers essais, nous avons, en bout de ligne, alimenté un moteur asynchrone de 50 ch tournant à vide, dont nous parlerons dans la partie électrique.

Les essais suivants ont été effectués avec un câble ouvert en bout de ligne.

3. Projection d'huile.

Nous avons projeté de l'huile sur le câble à l'endroit où il reçoit le choc. Cette projection d'huile

sous la pression de 6 kg/cm^2 avant, pendant et après le choc, dure tout le temps de l'expérience.

L'huile est contenue dans un réservoir cylindrique, posé verticalement, alimenté à son sommet par une arrivée d'air comprimé à 6 kg/cm^2 . De la base du réservoir partent un ou deux flexibles de 15 mm de diamètre, amenant l'huile à la lance. Cette lance, qui se termine par un bouchon, est entamée par un trait de scie transversal, créant un orifice rectangulaire de $0,8 \text{ mm} \times 13 \text{ mm}$. Une nappe d'huile s'échappe de l'orifice sous forme d'éventail ; son débit est de 17,96 litres/minute, soit 18 litres/minute à la température de 20°.

Le jet en éventail ainsi projeté est dirigé sur l'endroit de rencontre câble-poutrelle.

L'analyse des huiles utilisées a été faite par l'Institut National des Mines (tableau 1).

TABLEAU I.

	Huile neuve pour balance	Huile usagée d'inverseur	
		brute	filtrée
Densité à 15°	0,907	0,909	0,909
Point d'éclair (vase ouvert)	192°	160°	160°
Point de combustion	223°	184°	188°
Viscosité Engler			
à 20°	5,96°	8,09°	6,89°
à 50°	2,02°	—	—
à 100°	1,208°	—	—

La distance entre l'orifice de projection et l'endroit où le câble est blessé, est de 60 à 92 cm.

Le point d'impact de la poutrelle sur le câble se trouve à 0,40 m de distance d'un mur en claveau de béton de 1,30 m environ de hauteur et formant arc de circonférence de 3,50 m de diamètre. La corde sous-tendant cet arc mesure 2 m environ.

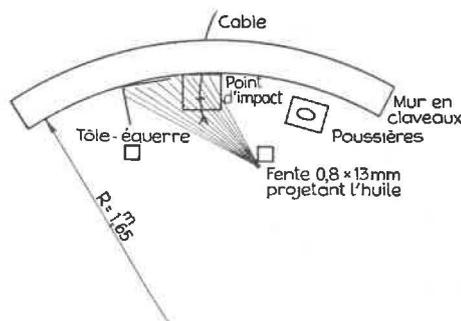


Fig. 7a.

Comme le jet d'huile arrive obliquement vis-à-vis de ce mur, nous avons placé une tôle équerre à une distance de 0,60 à 0,75 m du point d'impact et sur le côté (fig. 7 A).

4. Projection de poussières.

Pour rechercher l'influence possible d'un nuage de poussières qui se mélange à l'huile projetée, nous avons, lors de 30 expériences, disposé environ 1 dm^3 de poussières très fines sur un claveau (fig. 7 A) voisin de la fente débitant l'huile. A l'aide d'un boyau à air comprimé, on provoque un nuage de poussières dans la nappe d'huile et on maintient le nuage pendant la production de l'arc et après, c'est-à-dire pendant la durée de l'essai.

La « folle farine » employée a la composition suivante :

- 14,9 % matières volatiles
- 13,6 % de cendres
- 1,5 % d'eau.

Quelques essais d'inflammation des poussières seules dans l'arc électrique ont été tentés, et n'ont pas donné d'inflammation.

5. Projection d'eau.

Un pulvérisateur à eau a été disposé à 2,20 m de hauteur, puis 1,70 m au-dessus du point d'impact.

L'eau divisée a été déversée après inflammation, afin de se rendre compte si elle pouvait éteindre l'incendie.

Nous avons ensuite fait pleuvoir le pulvérisateur pendant plusieurs minutes avant la production de l'arc, en maintenant cette pluie divisée pendant tout l'essai.

Enfin, nous avons concentré cette pluie sur le point d'impact en disposant, sur les montants de la charpente, à 1,40 et 1,60 m de hauteur, d'un côté le pulvérisateur déjà utilisé et, de l'autre côté, une pomme d'arrosoir des bains douches (fig. 7 B).

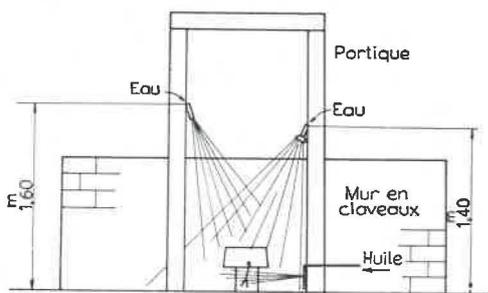


Fig. 7b.

Le débit des deux dispositifs est de l'ordre de 20 litres/min.

6. Schéma électrique (fig. 8).

Nous avons branché ce câble aux bornes à 525 V d'une sous-station.

Quittant ces barres, nous rencontrons successivement :

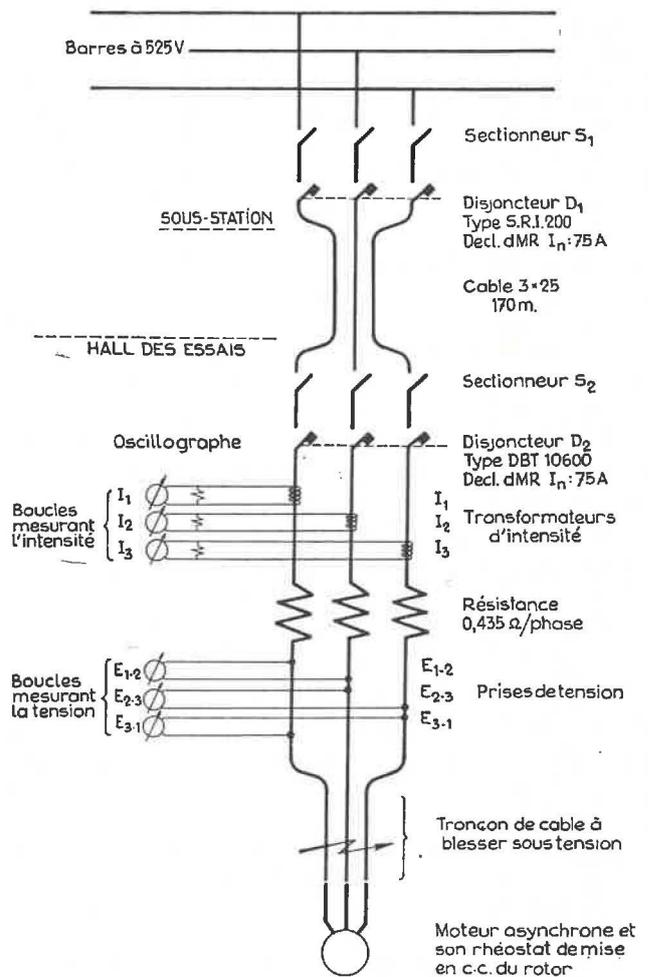


Fig. 8.

- 1 sectionneur triphasé S_1
- 1 disjoncteur triphasé D_1 à huile type S.R. 1.200 commandé par deux déclencheurs type dMR (75 A d'intensité nominale)
- 1 câble 3×25 , triphasé de 170 m environ de longueur amenant la puissance, sous le hall des essais
- 1 sectionneur S_2
- 1 disjoncteur triphasé D_2 à huile type DBT 10.600 commandé par 3 déclencheurs type dMR (75 A d'intensité nominale) et 1 bobine à minima de tension
- des résistances (éléments de fonte) à raison de 0,58 ou 0,435 ohm par phase
- 1 câble de faible longueur amenant la puissance au tronçon de câble à blesser sous le mouton
- 1 tronçon de câble à essayer
- 1 moteur en bout de ligne, ce moteur étant ou n'étant pas raccordé suivant les expériences.

7. Sources d'énergie.

En général, nous avons utilisé 2 transformateurs 5900/515 V, couplés en parallèle, de 450 kVA chacun.

Le 15 février 1957, nous avons disposé de 4 transformateurs totalisant une puissance de 2.000 kVA.

Enfin, les 20, 21, 22 mars et le 4 avril 1957, nous avons utilisé un seul transformateur, en branchant les prises de façon à disposer de 510 V au secondaire, tension la plus basse qu'il nous a été possible d'atteindre dans les conditions actuelles de charge du réseau.

8. Transport de l'énergie.

A partir de la centrale, nous avons amené l'énergie à notre station par un câble de 170 m de longueur et de $3 \times 25 \text{ mm}^2$.

Dans chacune des phases de ce câble, nous avons inséré une résistance robuste en fonte de 0,58 ohm pouvant varier de 0,145 en 0,145 ohm.

Ces résistances ont été introduites pour tenir compte des impédances du tronçon de câble compris entre la surface et l'endroit du choc.

On a remarqué que la self de câble était peu importante par rapport à sa résistance.

Ces résistances sont en fonte.

Elles ont été mesurées au plancher d'essais, avec un appareillage de haute précision; la résistance de chaque élément est de 0,145 ohm, à la température ordinaire.

Ces résistances varient avec la température; au plancher d'essai, une très forte intensité a été maintenue pendant 15 secondes sans que les résistances ne rougissent.

La plupart de nos essais ont été effectués avec disjonction « instantanée », le courant n'était donc maintenu sur les résistances que pendant 0,1 seconde, avec intervalle de 10 minutes. Les résistances n'ont pas chauffé et la valeur de 0,145 ohm par élément peut être considérée comme exacte.

9. Récepteur alimenté par le câble.

Les moteurs alimentés par un des câbles étaient en marche au moment de l'accident.

Pour rechercher l'influence que peut avoir, à l'endroit de la blessure d'un câble, le moteur en marche qu'il alimente, nous avons, dans certains de nos essais, fait débiter le câble éprouvé sur un moteur de 50 ch; ce moteur asynchrone, à rotor bobiné, tournait à vide.

Quand on met en court-circuit les conducteurs d'alimentation d'un moteur asynchrone, le flux rotorique ne disparaît pas immédiatement et le moteur fonctionne pendant un certain temps en génératrice, il renvoie en amont dans le défaut de court-circuit, un courant appréciable qui subsisterait dans le défaut après la disjonction dans l'alimentation en amont du défaut.

Pour étudier ce phénomène, nous avons disposé en bout de ligne, un moteur de 50 ch; à défaut de moteur à « cage d'écuréuil », nous avons placé un

moteur asynchrone à rotor bobiné. Nous avons fait tourner ce moteur à vide.

La plupart des essais ont été effectués avec un câble ouvert en bout de ligne, ceci dans le but de multiplier les essais. Avec moteur en bout de ligne, il était nécessaire en effet, pour chacun d'eux, de faire un nouveau raccord de câble, opération assez longue.

10. Disjoncteurs.

Le disjoncteur D₂ (fig. 8) est un disjoncteur neuf, triphasé, tripolaire à bain d'huile, type DET 10.600, de 10.000 V maximum avec un pouvoir de coupure de 100.000 kVA sous 10.000 V.

Il est équipé de trois déclencheurs également neufs du type dMR. Ce sont des déclencheurs électromagnétiques, à maximum de courant, et action directe sur les tiges de traversée des disjoncteurs.

Rappelons que, pour ces types, le temps de déclenchement est indépendant de l'intensité.

L'intensité nominale est de 75 A; la surcharge peut être fixée de 90 à 150 A; nous avons choisi 150 A. Le courant de court-circuit peut être réglé de $4 \times 75 = 300 \text{ A}$ à $8 \times 75 = 600 \text{ A}$; nous avons, dans nos essais, fait varier cette intensité à 375, 400, 450 et 600 A.

Le temps de retard est de 0 à 6 sec; nous avons choisi, soit 2, soit 6 sec.

Deux réglages sont encore possibles: CCI (déclenchement instantané en cas de court-circuit) ou CCR (blocage de ce déclenchement instantané).

Rappelons le principe de la disjonction:

Pour un réglage: surcharge: 150 A, 2 sec. CCI: 375 A.

— Le disjoncteur fonctionne en deux secondes ($\pm 10 \%$) quand le courant qui traverse le déclencheur est compris entre 150 A ($\pm 5 \%$) et 375 A ($\pm 10 \%$) et il déclenche en « instantané » quand le courant dépasse 375 A ($\pm 10 \%$).

Pour un réglage: surcharge: 150 A, 2 sec. CCR: 375 A.

— Le disjoncteur fonctionne en 2 sec quand le courant dépasse 150 A.

Ce retard de 2 sec est maintenu même si le courant dépasse 375 A.

Le disjoncteur D₂ est aussi muni d'une bobine à minimum de tension. Pendant les 43 premiers essais, cette bobine était branchée sur les barres d'arrivée du disjoncteur D₂.

A partir du 44^e essai, nous avons déconnecté les bobines à minimum de tension et les avons alimentées par une source indépendante, de façon à nous permettre de provoquer volontairement le déclenchement du disjoncteur D₂ en cas de non-fonctionnement des déclencheurs.

De cette façon, nous avons pu étudier le comportement des seuls déclencheurs à maximum de cou-

rant, l'influence possible du minimum de tension étant supprimée.

A partir de l'essai 58, nous avons calé le disjoncteur D_1 de tête, qui a été muni de deux nouveaux déclencheurs identiques à ceux du disjoncteur D_2 .

Ceci nous a permis d'étudier le comportement des seuls déclencheurs à maximum de courant du disjoncteur D_2 .

11. Oscillographe.

Nous avons à notre disposition un oscillographe à 6 boucles, nous permettant ainsi l'étude des intensités et tensions dans chacune des trois phases, avant, pendant et après la blessure du tronçon de câble essayé.

Cet appareil, dont les organes vitaux sont les « boucles », permet l'enregistrement des phénomènes sur papier photographique. On utilise des ampèremètres ressemblant en principe à l'appareil Deprez d'Arsonval, mais où l'inertie de l'équipage mobile, appelé « boucle », est excessivement réduite de manière à pouvoir suivre toutes les fluctuations du courant, même de fréquence élevée. Ces boucles portent un petit miroir qui renvoie le spot lumineux sur le papier photographique enregistreur placé sur un tambour qui tourne à une vitesse constante mais réglable à volonté.

De cette manière, avec six boucles, nous avons pu enregistrer 6 grandeurs : 3 intensités (celles du courant dans chacune des phases) et 3 tensions (celles régnant entre phases prises 2 à 2).

Les boucles devant enregistrer les intensités sont shuntées et raccordées au secondaire de transformateurs d'intensités placés sur chacune des phases du circuit principal à la sortie du disjoncteur D_2 (fig. 8).

Les boucles devant enregistrer les tensions sont branchées entre les phases prises 2 à 2 à l'issue des résistances mises en ligne.

La vitesse réglable du tambour enregistreur permet d'étaler plus ou moins le phénomène.

Pour pouvoir utiliser les enregistrements avec un maximum de profit, il faut pouvoir y mesurer les valeurs atteintes tant en intensité qu'en tension. Il fallait donc effectuer régulièrement et soigneusement les étalonnages en intensité et en tension.

De cette manière, nous pouvons dire que tant de millimètres sur le diagramme représentent tant de volts ou tant d'ampères.

La bande de papier photographique est peu large et nous avons dû superposer chaque fois l'enregistrement des intensités à celui des tensions pour avoir sur ce diagramme des amplitudes de phénomène que l'on puisse mesurer sans erreur exagérée.

Résultats des expériences.

A. Au point de vue inflammation.

1^{re} série.

La nomenclature des essais ci-dessous a été arrêtée au 2 mars 1957. Nous avons exécuté un grand nombre d'essais avec un réglage en CCI à notre disjoncteur. Ceci a entraîné, pour ces essais, un déclenchement au bout de 80 à 100 millisecondes.

Quand on ne projette pas d'huile, on remarque souvent, au moment du choc, un jet d'étincelles sortant du câble à l'endroit de l'impact ; dans ces conditions de disjonction, le jet est, soit insignifiant, soit plus important, mais en tous cas peu spectaculaire. Le câble n'est pas sectionné : il est aplati ; la section écrasée est plus ou moins elliptique et sa hauteur vaut environ la moitié du diamètre initial du câble. Il n'y a pas de fils d'armature coupés.

D'autre part, nous avons exécuté 15 essais avec huile et avec réglage en CCR de notre disjoncteur.

1. Essai avec réglage CCI des déclencheurs.

Les essais ci-après ont été effectués avec projection d'huile « de balance » par une fente de $0,8 \times 13$ mm, disposée à une distance de 0,60 à 0,90 m de l'impact, donnant une nappe d'huile horizontale plus ou moins divisée.

La température de l'huile a varié de 13° à 22° C. La disjonction dite instantanée a été assurée en 80 à 100 millisecondes.

1.1. Ecrasement orthogonal par la cornière sur clavier horizontal (tableau II).

TABLEAU II.

Hauteur en m	Nombre d'essais	Nombre d'inflammations	Nombre de non-inflammations	Flamme fugace	Ratés
0,35	2	0	2	0	0
0,40	1	1	0	0	0
0,50	4	3	0	1	0
0,60	2	2	0	0	0
0,80	2	1	1	0	0
1,00	2	2	0	0	0
	13	9	3	1	0
	100 %	69 %	23 %	8 %	

Nous appelons inflammation, une flamme se maintenant tant que l'alimentation en huile se poursuit, et qui donc se stabilise.

Nous appelons « flamme fugace » une inflammation de l'huile sur l'arc, mais inflammation qui s'éteint d'elle-même.

Nous avons considéré comme « ratés » les expériences qui, pour une raison ou l'autre, ne peuvent être prises en considération.

On remarque l'influence de la hauteur de chute : pour plus de 0,40 m, l'inflammation est quasi certaine, l'énergie mise en jeu est dans ce cas de l'ordre de 42 kgm.

Pour des hauteurs plus petites, les câbles sont peu blessés et il n'y a pas de jet visible d'étincelles.

1.2. Ecrasement oblique de la cornière sur claveau incliné (tableau III).

TABLEAU III.

Hauteur de chute	Nombre d'essais	Nombre d'inflammations	Nombre de non-inflammations	Flamme fugace	Ratés
0,80 m	17	11	1	3	2
	100 %	64,8 %	5,9 %	17,6 %	11,7 %

Pour deux de ces flammes fugaces, il y a eu interruption intempestive de l'alimentation en huile au moment de la production de l'arc ; pour l'autre, la température de l'huile était de 10°.

1.3. Coincement tangentiel (tableau IV).

TABLEAU IV.

Hauteur de chute	Nombre d'essais	Nombre d'inflammations	Nombre de non-inflammations	Flamme fugace	Ratés
0,80 m	12	1	5	1	5

Pour les ratés, il n'y a pas eu d'étincelles visibles ; le disjoncteur n'a pas fonctionné et les oscillogrammes ne montrent pas de court-circuit. La pièce d'appui se dérochant lors du choc, laisse passer la poutrelle avec un jeu de l'ordre de l'épaisseur du câble.

Pour les non-inflammations, nous avons observé que la poutrelle, en éraflant le câble, le cache par sa masse et empêche l'huile d'atteindre l'endroit blessé.

Ces essais seront repris ultérieurement.

1.5. Ecrasement oblique sur coupon de rail de 17 kg/mct.

Trois essais ont été effectués avec disjonction instantanée. La hauteur de chute a été de 1 à 1,50 m.

On a enregistré : 1 inflammation, 1 non-inflammation et 1 flamme fugace, ces expériences ayant été faites sans la tôle équerre formant écran.

Les essais ci-après ont été faits dans les mêmes conditions, c'est-à-dire avec disjonction dite instantanée et projection d'huile par la fente de 0,8 × 13 mm, mais on a introduit dans le jet d'huile un nuage de poussières, puis un nuage de poussières et de l'eau, avant et pendant l'essai, de l'eau après inflammation, enfin de l'huile seule et de l'eau.

Toutes ces expériences ont été faites avec écrasement oblique et une hauteur de chute de 0,80 m (conditions 1.2.) (tableau V.).

La flamme paraît encore plus violente avec le nuage de poussières.

L'eau déversée avant l'expérience n'empêche pas l'inflammation.

2. Essais avec réglage en position CCR des déclencheurs.

Nous avons exécuté 15 essais avec projection d'huile de 15 à 20°, avec ou sans projection d'eau et de poussières, et écrasement oblique décrit en 1.2.

Les résultats sont condensés au tableau VI.

TABLEAU V.

	Nombre d'essais	Inflammations	Non-inflammations	Flamme fugace	Ratés
Huile + poussières	2	2	0	0	0
Huile + poussières + eau préalable	7	7	0	0	0
Huile + poussières + eau après	6	5	1	0	0
Huile + eau préalable	5	4	1	0	0
Totaux :	20	18	2	0	0
	100 %	90 %	10 %		

TABLEAU VI.

	Nombre d'essais	Inflam-mations	Non-inflam-mations	Flamme fugace	Ratés
Huile seule	2	1	0	1	0
Huile + poussières	4	4	0	0	0
Huile + poussières + eau préalable	3	3	0	0	0
Huile + poussières + eau après	5	5	0	0	0
Huile + eau préalable	1	1	0	0	0
Total :	15	14	0	1	0
soit	100 %	93 %	0 %	7 %	0 %

Ceci prouve nettement que l'huile s'enflamme « a fortiori » dans de semblables conditions, ce qui est naturel.

3. Essais des 20, 21, 22 mars. — 2^e série.

Ces essais ont été effectués pour étudier le comportement de l'huile de transformateurs, soit neuve, soit usée, dans l'arc électrique.

Les conditions d'essais sont les mêmes qu'en 1.2, c'est-à-dire :

fente de 0,8 × 13 mm

température huile de 15 à 25° C

écrasement oblique de la cornière sur claveau - incliné.

Nous ne disposons plus à ce moment de l'oscillographe.

Résultats :

TABLEAU VII.
Huile neuve.

Hauteur	Nombre d'essais	Nombre d'inflam-mations	Nombre de non-inflam-mations
0,40 m	1	0	1
0,50 m	3	1	2
0,60 m	2	2	0
0,80 m	1	1	0
	7	4	3

TABLEAU VIII.
Huile usée.

Hauteur	Nombre d'essais	Nombre d'inflam-mations	Nombre de non-inflam-mations
0,40 m	3	0	3
0,45 m	1	0	1
0,50 m	3	2	1
0,60 m	6	5	1
0,70 m	2	2	0
0,80 m	5	5	0
	20	14	6

On voit que, pour une hauteur de choc de 0,60 m au moins, on a inflammation dans tous les essais.

Quand la hauteur tombe à 0,50 m, on a 50 % d'inflammations.

La hauteur de 0,40 m paraît être le seuil des non-inflammations.

L'huile de transformateur, neuve ou usée, se comporte sensiblement de la même façon que l'huile neuve pour balance.

4. Conclusions.

Si nous écartons le mode de choc 1.3 par coincement tangentiel, dont le dispositif n'est pas au point, nous pouvons résumer comme suit les résultats des essais.

Ecartons aussi les 15 essais avec disjonction retardée de 2 à 6 secondes : 14 d'entre eux ont allumé l'huile.

Avec disjonction instantanée, c'est-à-dire en 80 à 100 millisecondes, on a effectué 80 essais, dont 77 avec le choc par la cornière (tableau IX).

TABLEAU IX.

Hauteur	Nombre d'essais	Nombre infl.	Flammes fugaces	Non-inflam-mations	Ratés
0,35 m	2	0	0	2	0
0,40 m	5	1	0	4	0
0,45 m	1	0	0	1	0
0,50 m	10	6	1	3	0
0,60 m	10	9	—	1	0
0,70 m	2	2	—	—	—
0,80 m	45	36	3	4	2
1,00 m	2	0	0	0	0
	77	56	4	15	2
		72,7 %	5,2 %	19,5 %	2,6 %

72,7 % des essais ont donné lieu à inflammation soutenue (flamme de quelque 5 m de hauteur pendant toute la durée de la projection de l'huile).

Nous remarquons que, pour une hauteur de chute d'au moins 0,50 m et plus, ce pourcentage des inflammations atteint 80 %.

Une hauteur de chute de 0,40 m correspondant à une énergie de 43 kgm, paraît bien être le seuil des non-inflammations.

Les flammes fugaces ont été obtenues quand la tôle équerre écran n'était pas placée : ce rôle de l'écran avait déjà été relevé par l'Institut National des Mines.

Une température trop basse de l'huile (moins de 10°) paraît être la cause d'un certain nombre de flammes fugaces et de non-inflammations.

Parmi ces non-inflammations, il faut citer certaines interruptions partielles d'huile, par bouchage de l'orifice de projection, le jet tombant sur l'arc n'étant pas alors assez important.

Les huiles fluides essayées pour balances, pour transformateurs, neuves ou usées, ont le même comportement.

L'huile grossièrement divisée s'allume donc facilement dans l'arc électrique produit sur un câble par un choc d'une énergie d'au moins 55 kgm, ce qui correspond à une hauteur de chute de 0,50 m et plus. Avec disjonction dite instantanée, les gerbes d'étincelles sont peu spectaculaires et leur durée totale n'a jamais excédé 100 millisecondes.

B. Au point de vue électrique.

1. Les oscillogrammes.

1.1. Généralités.

Les diagrammes ou « oscillogrammes » enregistrent les courants I_1 , I_2 et I_3 , ainsi que les tensions E_{1-2} , E_{2-3} et E_{3-1} .

L'interprétation ou lecture de ces diagrammes est fort intéressante mais assez complexe.

On décèle un arc par le passage d'un courant et la chute brutale de la tension existante entre les phases intéressées par l'arc.

On repère le début d'un court-circuit par la chute de la tension entre les phases en court-circuit et par l'augmentation brutale des intensités du courant parcourant les phases intéressées.

Les temps sont facilement mesurés, vu que la fréquence est de 50 Hz et qu'une période dure 20 millisecondes. On peut mesurer sur le diagramme l'espace occupé par une période et donc nous pouvons savoir pour un diagramme que tant de millimètres représentent 20 millisecondes.

L'étude des diagrammes telle que nous l'avons faite, permet de préciser les points suivants :

- le déclenchement ou le non-déclenchement du disjoncteur ;
- la nature de la blessure du câble ou plus exactement le genre de défaut au point de vue électrique ;
- la durée des défauts avant déclenchement ;
- les intensités dans 3 phases, à chaque instant ;
- les tensions entre phases à chaque instant ;
- le nombre d'arcs prenant naissance entre phases.

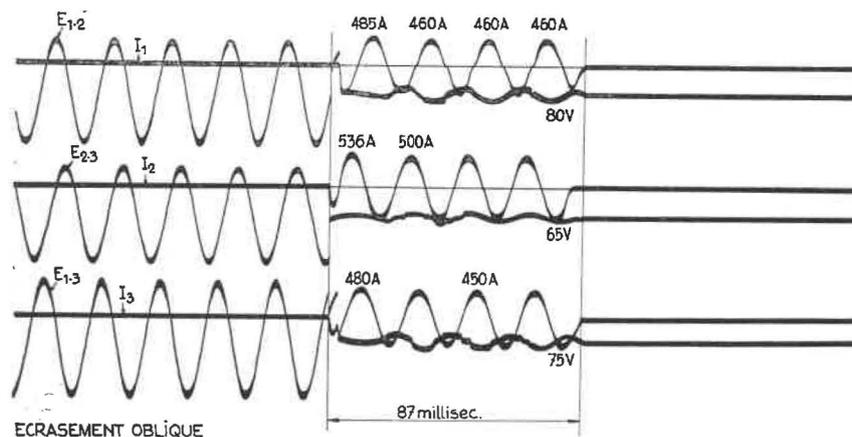
1.2. Les types d'oscillogrammes.

Les oscillogrammes obtenus ont des traits de ressemblance et nous avons été amenés à envisager un certain nombre de types caractéristiques qui, à première vue, semblaient bien différenciés.

Tout d'abord, nous avons séparé les diagrammes correspondant à un déclenchement retardé ou temporisé du disjoncteur de ceux correspondant à un déclenchement instantané de ce disjoncteur.

Nous avons donc divisé en deux classes :

- classe des CCI
- classe des CCR.



ECRASEMENT OBLIQUE

Hauteur de chute du mouton : $0,80^m$
 Court-circuit triphasé franc équilibré à 10% près (Type I)
 I_1 varie de 485 à 460 A eff.
 I_2 " " 536 à 500 A eff.
 I_3 " " 480 à 450 A eff.

N.B. - Les valeurs inscrites sur les oscillogrammes sont des valeurs efficaces

Fig. 9.

Dans la classe des CCI, nous avons distingué trois types principaux. Remarquons qu'on peut passer d'un type au voisin de façon progressive.

Les types choisis sont les suivants :

Type I : *Court-circuit triphasé franc.*

Nous entendons par court-circuit « biphase » ou « triphasé », un court-circuit entre 2 ou 3 conducteurs d'un câble triphasé.

Le court-circuit est d'autant plus franc que les tensions apparaissant entre phases lors du défaut sont plus basses.

Ce type de défaut est illustré par les figures 9, 10 et 11. La figure 9 présente les particularités suivantes :

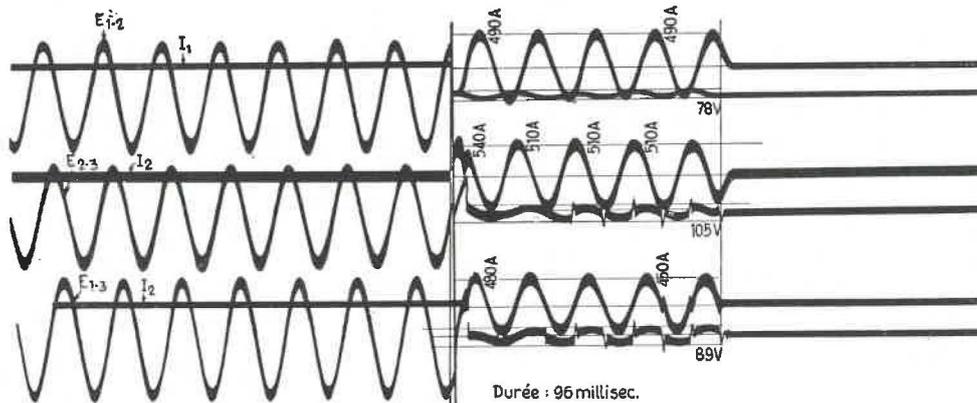
- les intensités sont presque égales en grandeur dans les trois phases (à 10 % près) ;

- les tensions d'arc entre phases sont assez proches et, dans tous les cas, faibles.

Ce type de court-circuit peut être accompagné de petits arcs répétés.

La figure 10 est caractérisée par :

- un contact étroit des deux phases 1 et 2 avec écartement légèrement plus grand de la troisième phase (3) vis-à-vis de l'ensemble des deux premières. Entre la troisième phase (3) et ce groupe éclatent des arcs ;
- l'intensité approximativement et généralement égale des phases 1 et 2 en contact étroit ; la troisième phase étant parcourue par une intensité inférieure aux deux autres ;
- la tension E_{1-2} entre les deux phases en contact étroit, inférieure à celle régnant entre une de ces phases et celle plus éloignée (E_{1-3} et E_{2-3}).

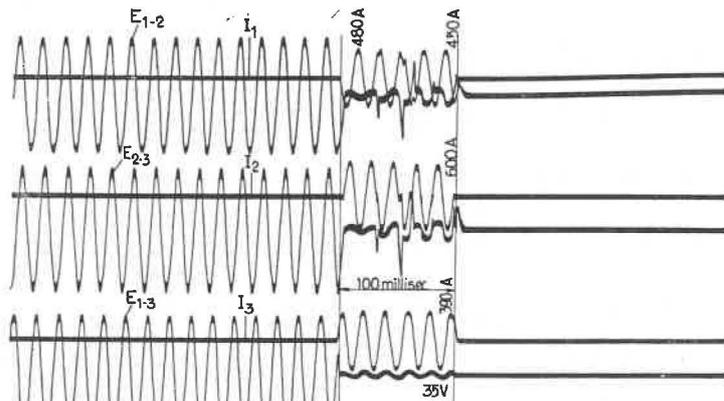


ECRASEMENT OBLIQUE

Hauteur de chute du mouton : 0,80 m
 Court-circuit triphasé franc avec apparition de tensions d'arc de plus en plus grandes entre la phase 3 et le groupe (1-2)
 Durée de disjonction : 96 ms.

N.B. Les valeurs portées sur les oscillogrammes sont des valeurs efficaces

Fig. 10.



ECRASEMENT ORTHOGONAL

Hauteur de chute du mouton : 1,00 m
 Court-circuit triphasé avec difficultés de réallumage avec la phase 2.
 Durée de disjonction env. 100 milliseconde.
 Type I

N.B. Les valeurs portées sur les oscillogrammes sont des valeurs efficaces

Fig. 11.

— une tension E 1-3 entre phases en contact comparativement très faible.

On voit facilement que les Types I, II sont liés entre eux et constituent des étapes de l'évolution d'un même phénomène.

On peut concevoir la raison de cette évolution comme suit.

Au moment où la poutrelle tombe sur le câble et l'écrase, les trois phases du câble sont en contact ; par suite du relèvement de la cornière sous la répulsion du ressort, un conducteur tend à s'écarter des deux autres qui restent groupés.

Le type III pourrait être en relation avec une blessure plus légère du câble et une position déterminée des conducteurs à l'intérieur de celui-ci, vis-à-vis de l'endroit de l'impact de la poutrelle.

Nous n'avons pas pu classer tous les oscillogrammes dans des catégories bien définies. Certains ont une allure excentrique et sont classés comme « divers ». D'autres ne montrent aucun phénomène du fait que le câble n'a pas été blessé suffisamment et que les tensions et intensités n'ont pas varié. Tous ces cas se rapportent au coincement tangentiel, pour lequel le dispositif expérimental n'était pas au point.

1.3. Répartition de ces oscillogrammes en différents types.

Classe CCI			
Type 1 (triphase)	Type 2 (triphase puis biphase)	Type 3 biphase	Divers
45	2	4	8

On remarque que les court-circuits biphases n'ont été qu'exceptionnels dans les conditions de choc des essais.

Dans la classe CCR, nous avons fait 12 essais ; les courts-circuits sont toujours triphasés, dès le début ; toutefois, un court-circuit biphase peut apparaître et disparaître au cours du retard au déclenchement.

1.4. Relation entre le type d'oscillogramme et le mode de blessure du câble.

Examinons la répartition des expériences faites avec un réglage en position CCI des déclencheurs du disjoncteur D₂ et les deux modes principaux de blessure.

TABLEAU X.
Ecrasement orthogonal.

	Nombre d'essais avec oscillos	Type 1 triphase	Type 2 triphase biphase	Type 3 biphase
0,30 m	1	0	0	1
0,35 m	1	0	0	1
0,40 m	4	4	0	0
0,50 m	11	10	0	1
0,60 m	2	2	0	0
0,80 m	2	2	0	0
1 m	3	3	0	0
	24	21	0	3

Remarquons que les 3 types 3 (c'est-à-dire court-circuit biphase franc) ont été obtenus pour des faibles hauteurs de chute de la poutrelle sur le câble. Il semble que le court-circuit biphase soit en relation avec une faible blessure du câble.

TABLEAU XI.
Ecrasement oblique.

	Nombre d'essais avec oscillos	Type 1 triphase	Type 2 triphase biphase	Type 3 biphase
0,80 m	23	22	1	0

Les court-circuits biphases obtenus et cités plus haut sont les seuls que nous connaissons dans toutes nos expériences. Il est certain qu'un court-circuit de l'espèce ne se produit que par des circonstances de choc et de blessure du câble très spéciales.

2. Les disjonctions.

2.1. Résultats obtenus avec le réglage en position CCI.

Un déclenchement instantané a été observé lors de tous les essais qui ont provoqué un défaut électrique.

Ce déclenchement s'est fait en un temps variant de 80 à 100 millisecondes.

Pour les 45 premiers essais, on pourrait soupçonner l'intervention du dispositif à minimum de tension du disjoncteur D₂.

Pour les essais suivants cependant, le disjoncteur n'a pu fonctionner que sous l'impulsion de ses relais à maximum d'intensité.

Les intensités devant provoquer le déclenchement instantané ont été fixées soit à 375 A, soit à 400, 450 ou 600 A.

Examinons sous quelle intensité les relais ont fonctionné et comparons ces intensités à celles fixées aux déclencheurs et citées ci-dessus.

Les oscillogrammes montrent que l'intensité dans chacune des phases est quasi symétrique, à quelque 10 % près. Nous n'avons donc pas pu déceler la présence de la composante continue asymétrique qui aurait pu apparaître lors des premières périodes du

TABLEAU XII.
Classe CCI — Type 1.

N° des essais	I ₁	I ₂	I ₃	Dates	ID ₂
2	450	417	480	15/2	400
4	450	518	480	15/2	400
5	450	480	450	15/2	600
6	480	490	450	15/6	600
8	420	525	534	16/2	600
9	465	487	450	16/2	600
10	466	585	480	16/2	600
11	510	500	417	18/2	600
12	450	600	415	18/2	600
13	450	600	390	18/2	600
15	450	600	415	18/2	600
17	450	475	480	19/2	450
18	450	450	480	19/2	375
19	450	450	420	19/2	375
22	450	450	435	19/2	375
25	500	470	475	20/2	375
29	480	510	512	20/2	450
30	515	530	530	21/2	450
32	475	500	473	21/2	450
36	530	466	505	22/2	450
45	485	536	485	26/2	450
46	485	505	460	26/2	450
54	485	495	480	27/2	600
55	500	450	450	27/2	600
56	485	500	510	27/2	600
66	480	550	480	28/2	600
68	490	540	480	28/2	375
69	480	540	480	28/2	375
70	490	480	450	28/2	375
71	465	510	450	28/2	375
73	465	480	450	28/2	375
80	450	436	410	1/3	375
82	440	410	410	1/3	375
83	440	440	440	1/3	375
93	490	450	480	2/3	375
94	465	440	450	2/3	375
96	465	440	450	2/3	375
104	490	442	450	2/3	375
105	475	580	480	2/3	375
106	490	485	480	2/3	375
107	465	473	480	2/3	375
108	490	475	450	2/3	375
109	490	505	450	2/3	375

court-circuit et porter l'intensité à 2,5 fois sa valeur normale de court-circuit.

Rappelons ici que le disjoncteur D₂ est muni d'un déclencheur sur chacune des phases.

La valeur de l'amplitude maximum des oscillations enregistrées, tant pour la tension que pour l'intensité, a été étalonnée en tensions et intensités efficaces, de telle sorte que nous obtenons directement les valeurs efficaces sur les oscillogrammes en mesurant les amplitudes maximums de ces oscillations.

Les mesures des intensités peuvent comporter une erreur par excès qui n'a pas dépassé 10 %.

L'erreur de mesure sur les tensions d'arc, peu élevées, est relativement plus importante. Cette mesure est très malaisée.

Les tableaux 12 à 15 reproduisent, pour les réglages en position CCI et CCR, les intensités mesurées dans chacune des phases. Dans la dernière colonne des tableaux se rapportant à la position CCI, nous avons noté le réglage de l'intensité pour le déclenchement instantané.

TABLEAU XIII.
Classe CCI — Type 2.

n°	I ₁	I ₂	I ₃	Dates	ID ₂
14	450	600	495	18/2	600
57	485	470	450	27/2	600

TABLEAU XIV.
Classe CCI — Type 3.

n°	I ₁	I ₂	I ₃	Dates	Disj. 2 à
21	0	425	420	19/2	375
26	433	0	420	20/2	450
39	425	436	0	22/2	450

On remarque que, dans les cas de réglage à 375, 400 et 450 A, la valeur du courant efficace a, dans une des phases au moins, dépassé les intensités fixées pour le déclenchement instantané ± 10 %.

Cependant, pour le réglage à 600 A, nous remarquons que dans aucune phase l'intensité efficace relevée n'atteint 600 A ± 10 % (Essais 54, 56, 57 et 66, alors que le minimum de tension était rendu opérant).

— à la suite de cela, extinction des arcs durant près de 2 sec. L'intervalle de temps durant lequel il n'y a plus aucun arc ni contact entre phase, et où les intensités et les tensions sont redevenues ce qu'elles étaient avant la blessure du câble, dure 1.700 millisecondes, soit plus de 1,5 seconde ;

— ensuite, des arcs triphasés réapparaissent par groupes séparés à des intervalles de temps beaucoup plus courts, où il ne se passe rien ;

— le disjoncteur a dû être déclenché par nous-mêmes. Toujours est-il que, durant le laps de temps de 1,7 seconde, le mécanisme de la minuterie des déclencheurs a pu revenir au zéro.

Etude de l'oscillogramme n° 110 (fig. 15).

L'oscillogramme montre principalement :

— Un court-circuit triphasé, contact triphasé prolongé durant 2.670 ms avec une légère interruption où le contact a été passagèrement biphasé (2,5 périodes ou 50 ms).

Ce contact triphasé donne lieu à des tensions complexes et assez élevées. Par moment apparaissent des tensions de réapparition, alors que l'arc tendait à disparaître.

— Un intervalle de temps de 1.240 ms durant lequel les intensités et les tensions retrouvent les valeurs qu'elles avaient antérieurement à la blessure du câble, comme si le défaut n'existait pas.

— Un court laps de temps durant lequel le défaut triphasé se manifeste à nouveau.

— Le disjoncteur a dû être manœuvré par la commande du déclenchement par « minimum de tension ».

Il en résulte que, pour une blessure faite dans les conditions décrites, le court-circuit peut disparaître pendant un certain temps, réapparaître ensuite et disparaître à nouveau. Pendant ces interruptions de court-circuit, la minuterie peut avoir le temps de revenir en arrière et même à zéro.

Dans ce cas, le temps de fonctionnement du relais peut être supérieur au temps pour lequel il a été réglé. Cette particularité est d'ailleurs mentionnée par le constructeur : « Si après un temps ne dépassant pas les 2/3 du retard du déclenchement, le courant a une valeur n'excédant pas le courant nominal de la bobine, toutes les pièces reprennent immédiatement leur position primitive et l'appareil est prêt pour un nouveau fonctionnement ».

3. Influence du moteur en bout de ligne.

Lors des 12 premiers essais, un moteur asynchrone de 50 ch à rotor bobiné, tournant à vide, se trouvait en bout de ligne. Les boucles « intensité » et « tension » de l'oscillographe étaient raccordées comme indiqué à la figure 8. Les oscillogrammes relatifs à ces essais, montrent l'existence d'une tension pouvant atteindre 180 V entre les phases, subsistant après disjonction et s'amortissant plus ou moins rapidement.

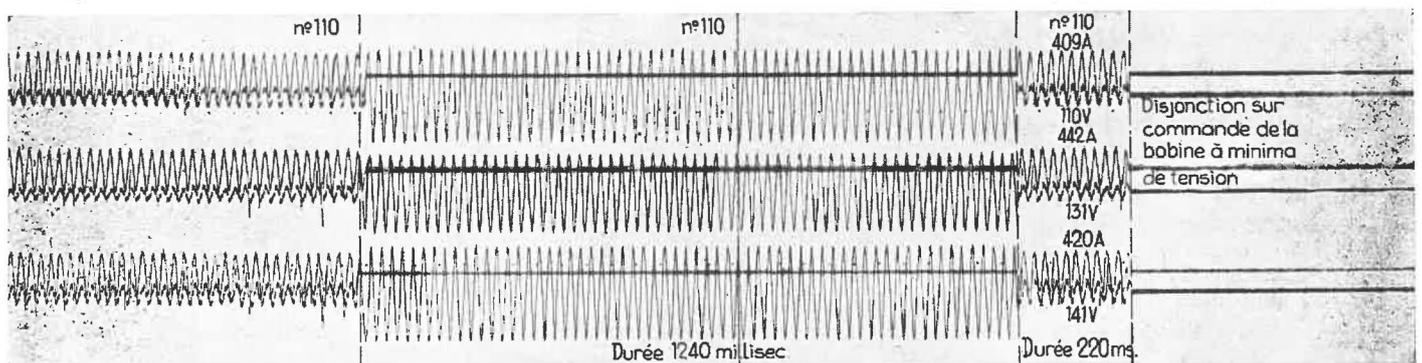
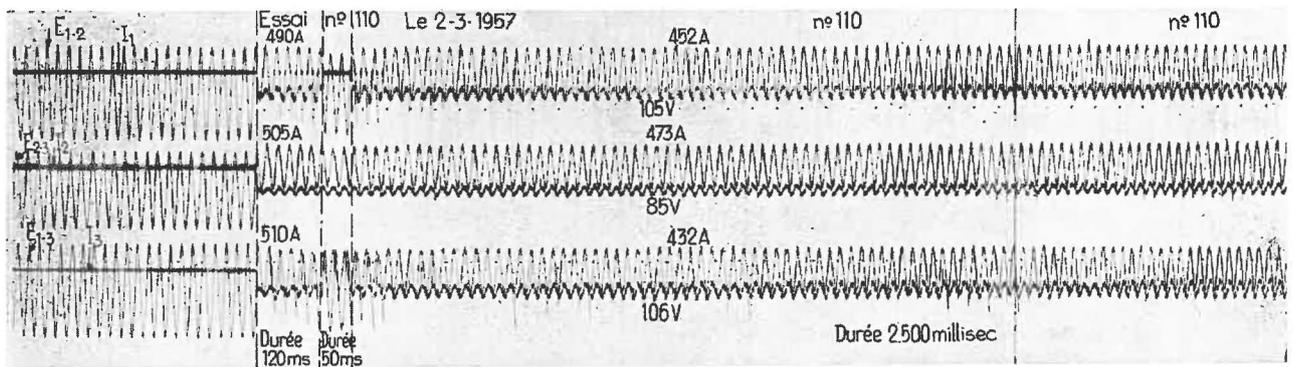


Fig. 15.

Pour étudier le courant renvoyé par le moteur dans le défaut, nous avons raccordé les boucles « intensité » de l'oscillographe aux transformateurs d'intensité placés cette fois entre le moteur et le défaut.

Tant en amont qu'en aval de ce trou, les fils d'armature sont soudés par groupes de 2 à 5 ; le feuillard lui-même est soudé aux fils d'armature. Les conducteurs en cuivre sont perlés, tant en amont qu'en aval, et ne sont pas soudés entre eux.

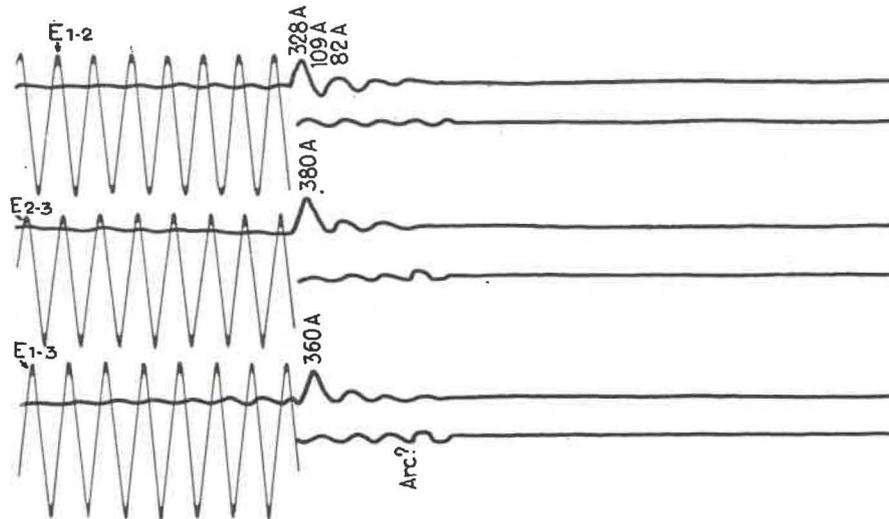


Fig. 16.

L'oscillogramme n° 92 (fig. 16) relatif à cet essai montre le renvoi d'un courant triphasé de 328 à 380 A, s'amortissant en 3 périodes. Il n'est pas possible de se rendre compte si ce courant a provoqué un arc à l'endroit du défaut.

C. — Effets calorifiques des arcs sur les câbles.

Lors des essais précédents, sur le mode de choc orthogonal de 0,80 m de hauteur, cornière sur claveau plat ou incliné, nous avons remarqué :

1) Lorsque le disjoncteur fonctionne en instantané : un jet d'étincelles, plus ou moins important, sort du câble à l'endroit de l'impact ; ce jet est parfois insignifiant. Le câble est aplati à l'endroit de l'impact. Il n'y a pas de fil d'armature sectionné ni soudé.

Les échantillons que nous avons ouverts pour examen montrent que les fils d'armature ont pénétré dans la gaine en plomb, mettant souvent à nu les fils de cuivre des conducteurs sur une petite surface. Parfois même, les fils de cuivre ne sont pas apparents à l'œil nu, alors que ces échantillons ont donné lieu à inflammation.

Certains de ces échantillons présentent un trou, avec traces de fusion, dans la gaine de plomb ; on observe alors un léger perlage sur 1 ou 2 fils de cuivre.

2) Lorsque le disjoncteur fonctionne en retardé, il y a souvent des arcs, dont certains sont spectaculaires. Dans ce cas, le câble est troué et presque complètement sectionné, quelques fils seulement de l'armature sur les bords extérieurs n'étant pas coupés.

Ces conducteurs ont fondu sur une distance variant de 1 à 5 cm ; dans un même échantillon, la longueur fondue dans chaque conducteur est variable.

D. — Influence de ces effets calorifiques sur l'inflammation de l'huile.

Le 4 avril 1957, nous avons fait une série d'essais dans les conditions suivantes :

— Alimentation par un transformateur qui donne 510 V au secondaire, comme pour les essais des 20, 21 et 22 mars 1957 ;

— Choc orthogonal par cornière sur claveau incliné, hauteur de chute : 0,80 m ;

— Disjonction : CCR 150 A, 3 ou 6 sec. ;

— Le câble $3 \times 35 \text{ mm}^2$ cuivre n'a plus de jute extérieur ;

— Projection d'huile par la fente $15 \times 0,8 \text{ mm}$;

— CCR 6 sec : on projette l'huile 4 secondes après le choc : inflammation ;

— CCR 6 sec : on projette l'huile plusieurs secondes après la disjonction, soit au maximum 3 secondes après : 2 essais sur 4 ont donné inflammation ;

— CCR 3 sec : l'huile projetée 1 à 3 sec après disjonction : 6 essais : 6 inflammations.

Lors de 3 de ces essais, les matières en fusion projetées lors de l'arc enflamment la boue huileuse se trouvant au sol à 20 à 30 cm sous le câble blessé, dans un rayon de 70 cm. L'huile est projetée alors que ces flammes subsistent. Cette boue huileuse continue à brûler ; lors d'un essai nous avons attendu 1/4 heure avant de les éteindre. L'huile projetée sur ces points chauds s'enflamme.

Nous cachons la flaque d'huile par une planche.

Un essai provoque une petite flamme sur le bout du câble lui-même avant que l'huile ne soit projetée.

Lors des deux autres essais, l'huile s'enflamme certainement sur les points chauds de l'armature du câble lui-même.

En conclusion de ces essais, nous pouvons dire qu'avec réglage en CCR (déclenchement instantané bloqué) disjonction après 3 ou 6 secondes, les effets calorifiques des arcs peuvent :

- 1) par des projections allumer de la boue huileuse dans le voisinage (30 à 60 cm) ;
- 2) enflammer le bout du câble (petite flamme) ;
- 3) produire des points chauds sur l'armature, soit visibles par petites perles de soudure de fils, soit sans métal fondu visible à l'extérieur.

E. — Influence de la pression unitaire de choc.

Le 5 avril 1957, nous avons changé l'organe de choc (fig. 17).

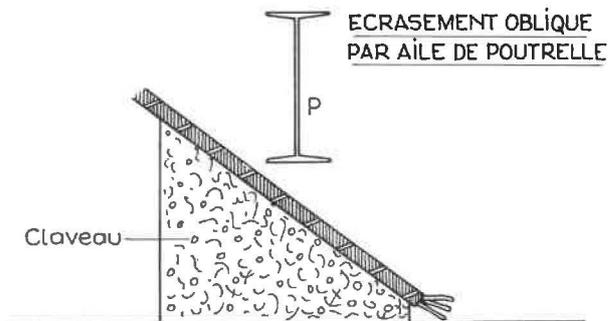


Fig. 17.

La cornière n'est pas utilisée ; c'est l'aile de la poutrelle qui frappe le câble placé longitudinalement sur un claveau oblique de 32°. La hauteur de chute est de 0,80 m et souvent 1,20 m.

Le câble est souvent blessé en 2 endroits : l'écrasement est moins important qu'avec le choc orthogonal par la cornière.

Dans le tableau XVI sont consignés les résultats, avec réglage en CCI d'abord (7 essais) et CCR (déclenchement instantané bloqué : 14 essais).

TABLEAU XVI.

N° essai	Réglage	Temporisation	Déclenchement	Hauteur chute	Project. d'huile	Inflammation	Observations
187	400 CCI		oui	0,80	avant	non	le claveau se dérobe
188	400 CCI		oui	0,80	avant	non	le claveau se dérobe
199	400 CCI		non	1,20	avant	non	
200	400 CCI		oui	1,20	avant	oui	même bout que le 199
201	400 CCI		oui	0,80	avant	non	le claveau bouge sous le choc
202	400 CCI		non	1,20	avant	oui	débit d'huile avec fente 13 × 0,8 et Ø 3,5 grandes flammes immédiates
203	400 CCI		oui	1,20	avant	oui	même remarque
189	CCR	3" 150 A	oui	0,80	après	non	pas d'arc visible (claveau se dérobe au choc)
190	CCR	3" 150 A	oui	0,80	après	non	même remarque
191	CCR	3" 150 A	oui	1,00	après	non	même remarque
192	CCR	3" 150 A	oui	1,20	après	non	arcs de courte durée
193	CCR	3" 150 A	oui	1,20	après	non	arcs de courte durée
194	CCR	6" 150 A	oui	1,20	après	non	arcs de courte durée
196	CCR	6" 150 A	oui	1,20	après	oui	même bout que 195, gros arcs
198	CCR	6" 150 A	oui	1,20	après	non	quelques arcs
206	CCR	3" 150 A	oui	1,20	après	non	débit d'huile par fente et Ø de 3,5 mm
195	CCR	6"	non	1,20	après	non	pas d'arcs
197	CCR	6"	non	1,20	après	non	pas d'arcs
204	CCR	3"	non	1,20	après	non	1 arc-débit d'huile doublé
205	CCR	3"	non	1,20	pendant	oui	1 arc-débit d'huile doublé
207	CCR	3"	non	1,20	pendant	oui	1 arc-débit d'huile doublé

Pour ces essais faits en CCI, il semble qu'il faut augmenter la hauteur de chute pour produire régulièrement une inflammation, mais ce n'est pas probant.

A partir de l'essai 202, nous avons augmenté le débit d'huile en ajoutant l'orifice rond de 3,5 mm de diamètre, 14 litres/min ; nous avons, en effet, remarqué qu'avec ce dispositif de choc (poutrelle à proximité du claveau et celui-ci se dérobant) les chances d'atteindre l'impact avec un jet suffisamment nourri d'huile étaient amoindries.

L'influence de cette augmentation du débit d'huile est effrayante et les flammes occupent instantanément toute la section du segment circulaire en claveaux et s'écrasent contre la toiture du hangar.

Le disjoncteur n'a pas fonctionné pour deux essais, bien qu'un de ces essais ait donné lieu à une grosse inflammation.

Ce mode de choc, qui donne une pression unitaire plus faible, provoque des courants de court-circuit qui peuvent être incapables de provoquer le déclenchement.

Avec réglage en CCR (disjonction instantanée bloquée) : lors de 5 essais, il n'y a pas eu de déclenchement ; l'huile projetée après disjonction n'a donné lieu qu'à une inflammation ; les effets calorifiques des arcs sont moins importants.

A défaut momentané d'oscillographe, nous n'avons pu mesurer l'intensité de court-circuit pour nous rendre compte si cette intensité est inférieure à l'intensité qui provoque certainement un déclenchement instantané.

Journée d'étude consacrée à la Formation professionnelle dans l'Industrie charbonnière belge

Compte rendu par G. LOGELAIN

Inspecteur Général des Mines.

L'art des mines requiert l'application raisonnée d'un grand nombre de connaissances et le respect constant de deux règles fondamentales, quelque peu divergentes :

l'une de caractère technique et économique,
l'autre de caractère social et moral.

Selon la première de ces règles, les gisements de houille doivent être exploités aussi complètement que possible et avec le rendement le plus élevé.

Selon la seconde règle, la vie et la santé des travailleurs doivent être sauvegardées au maximum.

Ces deux principes sont divergents en ce sens que l'homme, qui n'est physiologiquement pas constitué pour vivre sous terre et pour se livrer aux périlleux exploits que sont les travaux du mineur, prétend cependant accomplir ces exploits sans qu'il lui en coûte.

Mais, la formation professionnelle met les travailleurs en mesure de satisfaire à ces deux impératifs fondamentaux dont les hommes sont devenus les prisonniers dans leur audace à vouloir braver la nature.

Tout comme c'est le cas en aviation, autre domaine où l'homme accomplit d'étonnants exploits, la formation professionnelle apparaît en matière d'exploitation des mines comme une nécessité évidente.

La formation professionnelle est une nécessité évidente car elle permet à l'homme d'acquérir le bagage de connaissances indispensable pour pénétrer les ténèbres des profondeurs terrestres, elle lui facilite son adaptation aux perfectionnements techniques, elle le met en mesure d'améliorer son rendement, de renforcer sa sécurité, et d'atteindre à une

pleine qualification pratique et théorique de nature à favoriser son avancement professionnel.

En un mot, une formation sérieuse permet à l'homme de s'épanouir dans un climat de confiance en soi, de claire vision des choses et de sérénité morale.

Les pouvoirs publics, ainsi que les employeurs et les travailleurs de l'industrie charbonnière, sont pénétrés de ces évidences.

Ensemble, ils s'efforcent depuis de nombreuses années de perfectionner l'enseignement technique de notre industrie de base et de dégager les formules capables de former des hommes habiles, fiers de leur métier et conscients d'eux-mêmes.

Peu de personnes connaissent vraiment l'étendue du problème et l'importance des efforts déployés en commun pour réaliser ce haut idéal.

Bien des difficultés doivent être vaincues.

Celles-ci tiennent en ordre principal à la diversité des nationalités du monde de la mine, à l'importance des effectifs et surtout au renouvellement du personnel qui se poursuit à une cadence élevée.

Ces diverses questions ont été mises en lumière au cours de la *journée d'étude de la formation professionnelle dans l'industrie charbonnière belge* qui s'est déroulée le 11 septembre 1958 au Palais des Congrès de l'Albertine, dans le cadre des manifestations de l'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles 1958.

Cette journée avait été placée sous le haut patronage des Ambassadeurs d'Espagne, d'Italie, de la République fédérale d'Allemagne, de Grèce, des Pays-Bas, du Président de la Haute Autorité de la CECA, des Ministres du Travail et de la Pré-

voyance Sociale, de l'Instruction Publique et des Affaires Economiques, de Monsieur le Ministre d'Etat Delattre, du Commissaire Général du Gouvernement près l'Exposition et du Chargé d'Affaires du Grand Duché de Luxembourg.

Son Comité d'Honneur était composé des Gouverneurs des Provinces du Hainaut, de Liège et du Luxembourg, du Directeur Général des Mines, du Directeur Général de l'Enseignement technique, du Directeur Général de l'Administration de la Prévoyance sociale et de la sécurité sociale, du Président de la Fédération charbonnière de Belgique, du Secrétaire Général de la Centrale syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique et du Président de la Centrale des Francs-Mineurs.

Quant à son Comité exécutif, il comprenait les personnalités appartenant à la Classe n° 2, dite « des Industries extractives » du Groupe VII : Formation professionnelle de la section belge de l'Exposition. En voici la liste :

Président de la Classe :

G. Logelain, Inspecteur Général des Mines, Président du Comité exécutif.

Membres :

E. Radelet, Ingénieur principal divisionnaire des Mines, Vice-Président du Comité exécutif ;

L. Suetens, Inspecteur de l'Enseignement technique, Vice-Président du Comité exécutif ;

A. Berten, attaché à la Fédération Charbonnière de Belgique, secrétaire du comité exécutif ;

G. Delarge, Conseiller à la Haute Autorité de la CECA ;

E. Demellenne, Directeur divisionnaire des Mines ;

P. Gérard, Directeur divisionnaire des Mines ;

G. Janssens, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines ;

J. Laurent, Directeur divisionnaire des Mines ;

H. Lemmens, Directeur de la Rijksmijnbouwschool ;

A. Linard de Guertechin, Directeur divisionnaire des Mines ;

J. Michaux, Directeur-Gérant des Charbonnages de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau ;

O. Stiemann, Secrétaire de la Centrale syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique ;

M. Thomassen, Sénateur, Président de la Centrale des Francs Mineurs.

Après l'allocution d'ouverture du Président en français et d'un des vice-présidents en flamand, M. J. MICHAUX fit un exposé d'ensemble sur les aspects de la formation professionnelle dans l'industrie charbonnière belge, dont les différents chapitres peuvent se résumer comme suit :

I. L'Enseignement professionnel et technique de plein exercice pour les jeunes gens se destinant aux travaux du fond.

A. Les écoles professionnelles et techniques des mines.

Préparées en 1947, elles furent créées en 1954 et fonctionnent sur base paritaire. Les écoles se conforment à la législation propre des mines : les garçons de moins de 16 ans ne peuvent descendre au fond et ceux de 16 à 18 ans ne sont pas autorisés à y travailler, mais peuvent néanmoins être présents pour satisfaire aux nécessités de leur formation professionnelle.

Le programme s'adresse aux jeunes de 12 à 19 ans et comporte : deux années d'orientation — trois années professionnelles ou techniques — deux années de qualification. Il a été conçu de manière à donner aux jeunes gens une formation générale et une formation humaine, en plus d'une préparation technique proprement dite. De 16 à 19 ans, une partie importante des travaux pratiques s'effectuent au fond sous la direction de professeurs spéciaux.

A l'heure présente, le nombre des écoles professionnelles et techniques des mines a été porté à neuf et, à la rentrée du 1^{er} septembre 1958, la population scolaire s'élevait à plus de 1.500 élèves. L'enseignement fournit aux jeunes qui se destinent aux carrières du fond de la mine les moyens moraux, intellectuels et physiques qui leur permettront ultérieurement de s'élever à tous les échelons de la profession et de la maîtrise.

B. L'enseignement technique de certaines spécialités.

Chaque année, les mines s'efforcent de recruter un nombre grandissant de jeunes gens porteurs du diplôme A3 en spécialités électrique, mécanique, nivellement et dessin industriel.

Dans toutes les régions du pays, les écoles industrielles possèdent de nombreuses sections appropriées qui sont suffisantes en nombre et en qualité pour satisfaire les besoins de l'industrie charbonnière.

II. La formation de la maîtrise.

Le programme élaboré en 1947 prévoit, outre l'enseignement professionnel de base et les années de qualification, des cycles d'enseignement part-time destinés à former des surveillants, des porions et des chefs-porions.

En réalité, cette deuxième partie du programme existait déjà grâce aux sections des écoles industrielles et aux écoles de charbonnages. Le problème qui se pose est celui d'harmoniser les deux parties du programme complet.

A. Situation présente de l'enseignement destiné à la maîtrise.

Le nombre d'écoles est élevé et suffit à couvrir les besoins.

B. Coordination des programmes.

Une certaine coordination doit encore être faite en tenant compte notamment des 4 facteurs suivants :

- les nécessités techniques de l'industrie charbonnière et en particulier l'électrification et la mécanisation des installations ;
- le relèvement du niveau des connaissances dû aux écoles professionnelles et techniques des mines ;
- les conditions de recrutement des candidats dont les connaissances de base sont de niveaux très différents. De plus, les candidats qui ont exercé les fonctions de moniteur possèdent une formation spéciale en enseignement du travail et ont acquis une précieuse expérience humaine ;
- l'adaptation des méthodes d'enseignement aux circonstances actuelles.

III. L'Assimilation et la formation dans l'entreprise des travailleurs adultes par la méthode T.W.I.

(voir exposé de M. HAUMONT).

IV. Les activités d'organisation et d'information.

La mise au point des programmes et l'exécution du plan d'action réclament une série d'organismes préparant les questions sur un plan élevé. Ce rôle est assuré en premier lieu par la Commission de formation professionnelle de Fédéchar, ses groupes de travail et groupes d'étude, complétés par des services permanents.

Des Journées nationales pour les ingénieurs T.W.I. leur permettent d'échanger leurs expériences.

Les questions les plus importantes sont soumises à l'avis et à l'étude des commissions compétentes où sont représentés les départements ministériels intéressés, ainsi que les employeurs et les organisations syndicales.

En conclusion, on peut dire que l'ossature actuelle de la formation professionnelle est bonne et complète, mais qu'il faut se préoccuper constamment d'harmoniser et de coordonner ses éléments.

Les mines sont en état de recevoir de nombreux jeunes gens dans les écoles de formation professionnelle et technique, ainsi que d'accueillir et de

préparer les adultes grâce à une organisation adéquate.

On peut espérer que l'action patiemment et méthodiquement entreprise au cours des dix dernières années produira des résultats de plus en plus appréciables.

* * *

L'exposé de M. Michaux fut suivi d'un vin d'honneur offert aux quelque 350 participants et d'un banquet de 280 couverts.

A la reprise des travaux, M. C. VESTERS, Directeur Gérant de la S.A. des Charbonnages d'André Dumont, développa, en flamand, le thème suivant :

Les influences de la mécanisation et de l'électrification dans la formation et le perfectionnement du personnel.

La communication de M. C. Vesters peut se résumer de la façon suivante :

I. Aperçu de l'évolution de la mécanisation et de l'électrification.

L'emploi des moteurs à air comprimé s'est généralisé dans les installations souterraines pendant les années 1925 à 1930. Cette source d'énergie présente des avantages sous le rapport de la sécurité et de la souplesse d'application, mais est beaucoup plus onéreuse que l'électricité.

La présence de grisou, les risques d'incendie et les dangers d'électrocution dans les milieux humides ont retardé l'électrification dans les mines, surtout en Belgique et aux Pays-Bas où la réglementation est très sévère.

La deuxième guerre mondiale a provoqué des progrès techniques considérables dans les principaux pays belligérants : Etats-Unis, Grande-Bretagne et Allemagne ; elle a entraîné notamment l'électrification de beaucoup d'installations.

Une fois la paix revenue, l'électrification a progressé dans notre pays et s'est généralisée aux transports, aux envoyages et aux galeries. Pour les tailles, la transformation fut plus lente, car il fallait tenir compte de leur configuration tourmentée et de leur étroitesse, qui interdisaient l'emploi de beaucoup d'engins utilisés ailleurs ; il fallait aussi considérer que l'abattage mécanique diminue le pourcentage en charbons classés.

Le captage du grisou, méthode mise au point dans notre pays, en permettant l'amélioration de l'aérage dans beaucoup de charbonnages sans éliminer cependant complètement ce gaz, a permis de nouveaux progrès.

A l'heure actuelle, on peut dire que les charbonnages belges sont pratiquement entièrement méca-

nisés et électrifiés pour les transports dans les costresses. L'abattage par rabot a été étendu à un certain nombre de tailles, mais l'emploi des piqueurs dans les tailles ne peut provisoirement pas être éliminé, surtout dans les bassins sud.

Les données techniques et statistiques relatives aux dernières années permettent de dégager le sens de l'évolution de l'abattage mécanique, du creusement dans les bouveaux, du transport dans les tailles et dans les bouveaux et de la puissance comparée en air comprimé et en électricité.

Les prévisions à long terme des besoins en énergie montrent que cette évolution doit être poursuivie.

II. La formation professionnelle en relation avec la mécanisation et l'électrification

A. Les sources de recrutement.

Les ouvriers qualifiés en électricité et en mécanique peuvent provenir de 3 sources :

1) Les écoles techniques.

On constate un manque de techniciens, dû à ce que le nombre des jeunes, s'orientant vers les écoles techniques, est actuellement insuffisant.

Pour y remédier, il faut envisager :

- une adaptation des programmes, pour tenir compte des exigences croissantes et nouvelles des industries. Il convient notamment de créer des sections de mécanique des mines et des sections d'électricité des mines ;
- une collaboration avec les dirigeants de l'enseignement primaire et le personnel de l'orientation professionnelle, pour diriger vers ces sections un nombre plus élevé de candidats ;
- une action auprès des parents et du personnel minier pour montrer l'intérêt de ces carrières, et leur faire comprendre les progrès réalisés dans les conditions de travail des mines.

2) Les écoles professionnelles et techniques des mines.

Dans les écoles professionnelles et techniques des mines récemment créées, il faudra s'orienter vers l'institution de sections spéciales en mécanique et électricité, adaptées aux besoins de l'industrie minière.

Il conviendrait notamment de sélectionner les candidats en tenant compte de leurs aptitudes physiologiques, intellectuelles et caractérielles, et de prévoir des épreuves psychotechniques capables d'effectuer une sélection définitive.

En plus des cours généraux et des cours techniques sur la mécanique, l'électricité, la connaissance

des matériaux, les engins, les cours pratiques doivent enseigner les manipulations et l'emploi des appareils de mesurage, la justesse des pièces, etc... ; le tout évidemment suivant les règles et prescriptions de la sécurité.

Les cours pratiques peuvent se faire dans les ateliers de travail et de réparation des charbonnages, et, ultérieurement, dans les installations du fond.

3) Les deux sources précédentes de recrutement peuvent encore s'avérer insuffisantes, et les charbonnages auront encore à rechercher des candidats parmi les jeunes travailleurs ou même les travailleurs adultes de leur personnel. Ils seront, dans ce cas, forcés de diminuer la durée de la formation théorique. On s'inspirera des programmes existant dans les écoles pour électriciens et mécaniciens de nos plus importants charbonnages. Ces candidats doivent recevoir dans les ateliers une formation intensive sur le fonctionnement, le montage, le démontage, le transport et la réparation des engins.

B. Le facteur humain.

Il ne suffit pas de choisir un certain nombre de personnes, il faut aussi leur faire considérer leur qualification comme un avancement, et éveiller chez ces ouvriers l'amour de leur travail et le plaisir qu'ils peuvent y trouver ; c'est le facteur humain du problème étudié dans cette communication.

Les dirigeants des entreprises doivent continuer, dans la mesure du possible, à améliorer les conditions de travail et se préoccuper de bien accueillir les candidats dans l'entreprise, attirer leur attention sur leurs responsabilités, montrer une réelle estime pour leur valeur personnelle et surtout les intéresser, notamment en les changeant régulièrement de travail pour combattre la monotonie des prestations.

Nous conservons l'espoir qu'avec la collaboration de tous, une heureuse solution sera bientôt réservée à ces problèmes.

* * *

A l'exposé de M. C. VESTERS succéda une communication de M. H. HAUMONT, directeur des études et ingénieur en chef aux charbonnages de Monceau-Fontaine, sur l'application de la méthode T.W.I. à la formation professionnelle des travailleurs adultes.

En voici l'essentiel :

I. La méthode T.W.I.

Le « Training within Industry » est la méthode de formation sur le lieu de travail, mise au point pendant la guerre pour mener à bien de manière

efficace et rapide la reconversion de l'industrie américaine. On a dit qu'elle était formée par trois-quarts de Descartes et un quart de Platon, car elle utilise l'analyse et la décomposition des difficultés, ainsi que les discussions dirigées et la persuasion par le dialogue.

Le T.W.I. comprend trois programmes :

- l'Enseignement du travail ;
- les Relations du travail ;
- la Simplification du travail.

1) L'Enseignement du travail comporte les principales étapes suivantes :

- la formation d'ingénieurs-instructeurs ;
- l'information des cadres supérieurs et des cadres de maîtrise ;
- la formation des moniteurs ;
- la formation des travailleurs par les moniteurs ;
- l'organisation des cycles de rappel.

2) Le programme des Relations du travail a pour but de perfectionner les agents de maîtrise dans l'art de commander. Il donne à l'agent de maîtrise une ligne de conduite dans ses rapports avec ses subordonnés.

3) La simplification du travail crée un état d'esprit plus favorable au progrès et donne en particulier à la maîtrise la conscience de participer à l'amélioration des méthodes.

II. La mise en œuvre de la méthode T.W.I. dans les charbonnages.

Les modifications survenues dans la structure de la main-d'œuvre charbonnière depuis la guerre et, d'autre part, le perfectionnement du matériel employé dans les travaux miniers ont rendu indispensable la formation rapide d'un personnel nouveau, apte à utiliser rationnellement le matériel mis à sa disposition.

Une structure de type scolaire ne répond pas aux besoins, pour ce qui est des travailleurs adultes. C'est pourquoi un programme étendu et progressif fut mis au point par la Fédération Charbonnière de Belgique et que l'emploi de la méthode T.W.I. fut généralisé dans les mines.

La mise en œuvre comporte trois étapes :

- le premier accueil ;
- l'initiation aux chantiers souterrains et l'adaptation aux travaux de manœuvre du fond ;
- la formation professionnelle aux métiers qualifiés.

L'ingénieur-chef de siège ou de service détermine avec l'ingénieur-instructeur un programme de travail. Les moniteurs ont à présenter les analyses de toutes les tâches qu'ils auront à enseigner. L'instruction est réalisée, soit dans les chantiers normaux du siège, soit dans les tailles, galeries écoles, établies au fond, soit encore dans les halls de matériel ou dans les mines-images de surface. Chaque mé-

thode a ses avantages ; elles peuvent d'ailleurs être combinées selon les exigences et conditions propres de chaque entreprise.

III. Conclusions : résultats et perspectives.

En cas d'entraînement méthodique et accéléré de leurs effectifs, les charbonnages sont redevables à la méthode de trois apports importants :

1) un apport technique résultant de l'obligation d'établir des feuilles d'analyse pour tous les travaux ;

2) un apport de chefs. Les moniteurs sont une réserve de porions particulièrement préparés à leur tâche, tant du point de vue humain que du point de vue technique ;

3) un apport psychologique car la méthode T.W.I. crée un nouveau comportement au travail.

La méthode T.W.I. constitue ainsi la clé de voûte de la politique humaine que les charbonnages belges poursuivent ; son développement ne manquera pas de produire des résultats dont l'importance apparaîtra davantage encore dans quelques années.

* * *

La synthèse de la journée fut dégagée par M. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, qui, après avoir félicité les conférenciers, souligna toute l'importance de la formation professionnelle, laquelle tend à donner à l'ouvrier mineur la fierté de son travail, la conscience de son utilité sociale et de sa dignité d'homme, le désir et la possibilité de s'élever intellectuellement et matériellement.

Analysant les divers exposés, M. Vandenneuvel constata que les diverses formes d'instruction professionnelle mises sur pied récemment s'interpénétraient, se complétaient mutuellement et alimentaient les cycles d'études précédemment établis.

La dernière venue : la méthode T.W.I. lui paraît être un outil remarquable.

Faisant allusion à la passe difficile que traverse en ce moment l'industrie charbonnière de notre pays, M. Vandenneuvel s'exprima en ces termes :

« La grave dépression qui affecte en ce moment notre grande industrie n'aura qu'un temps.

» La prospérité renaîtra dans nos bassins houillers et, quelle que soit l'évolution structurelle de l'industrie minière qui permettra au pays de surmonter cette crise, la formation professionnelle et humaine des travailleurs et des cadres, sera un élément fondamental, indispensable de ce renouveau et de cet essor.

» Ce serait faillir à notre réputation de Belge et de mineur que de faiblir dans l'adversité.

» Soyons au contraire les invincibles obstinés, serrons le roseau vert entre les dents, comme le tenace et vieux passeur d'Emile Verhaeren ».

Janvier 1959.

L'Analyse des gaz à l'aide du grisomètre interférentiel (*)

par W. KINDER

Le grisomètre interférentiel est destiné en tout premier lieu au dosage du méthane dans l'air des galeries de mines. On se demande souvent si cet instrument, léger et maniable, ne pourrait pas être également employé pour le dosage d'autres gaz. C'est ainsi que l'on pourrait envisager de déterminer, dans l'air des galeries de mines, non seulement la teneur en méthane, mais également, lorsqu'il se produit d'importants dégagements de gaz carbonique, la teneur approximative en CO₂.

Il y a toute une série de contrôles que l'on peut effectuer dans des conditions satisfaisantes à l'aide du grisomètre. Il faut toutefois ne pas perdre de vue que la précision et le champ de mesure de ce petit appareil font l'objet de certaines limitations.

Pour employer avec succès le grisomètre interférentiel, pour l'exécution des mesures du genre de celles qui sont indiquées ci-dessus, il est essentiel que les mélanges gazeux à contrôler soient des « mélanges binaires » dont les constituants sont déjà connus qualitativement. C'est seulement dans cette condition qu'il est possible de procéder à un dosage précis avec un tel appareil interférométrique. En effet, comme dans tout interféromètre, la lumière qui

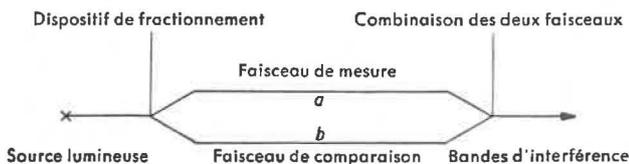


Fig. 1. — Principe du fractionnement des rayons lumineux dans un interféromètre.

émane de la source lumineuse et qui pénètre dans l'appareil est divisée en deux « fractions cohérentes » (a) et (b). La fraction (a) constitue un faisceau de mesure, tandis que la fraction (b) représente un faisceau de comparaison. Ces deux fractions sont ultérieurement réunies, ce qui donne naissance au

phénomène d'interférence à observer (bandes d'interférence). Ce processus est représenté schématiquement à la figure 1.

Si l'on interpose maintenant une chambre à gaz à deux compartiments, dont les extrémités sont obturées par des plaques de verre (c), dans le trajet des rayons lumineux, de telle sorte que le faisceau de mesure traverse l'une des chambres et que le faisceau de comparaison passe dans l'autre, ainsi que l'indique la figure 2, le dispositif ainsi réalisé

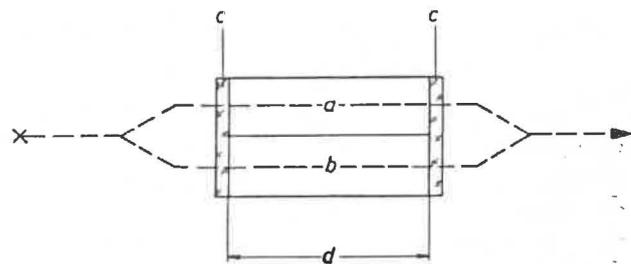


Fig. 2. — Schéma de la disposition à deux chambres.

constitue un interféromètre à gaz. Si l'on remplit la chambre a avec le gaz à contrôler et la chambre b avec le gaz-témoin (ou inversement), les bandes d'interférence subissent un déplacement latéral d'autant plus grand que les indices de réfraction des gaz qui remplissent les deux chambres sont plus différents l'un de l'autre. Ce déplacement des bandes d'interférence, immédiatement accessible à la mesure, est directement proportionnel à la différence des indices de réfraction entre les deux gaz. Si avec une chambre de longueur d, le déplacement des bandes d'interférence de longueur d'onde λ atteint la valeur h, nous avons pour la différence des indices de réfraction :

$$n_a - n_b = h \times \frac{\lambda}{d} \quad (1)$$

Dans cette relation, les indices de réfraction sont désignés par n_a pour le gaz qui occupe la chambre de mesure a et par n_b pour le gaz qui occupe la

(*) Texte extrait du Bulletin Technique Zeiss n° 19 du 15 janvier 1956.

chambre de comparaison *b*. Ainsi qu'il résulte de la formule ci-dessus, c'est la différence des indices de réfraction entre les gaz des deux chambres qui est mesurée dans l'interféromètre (fig. 3).

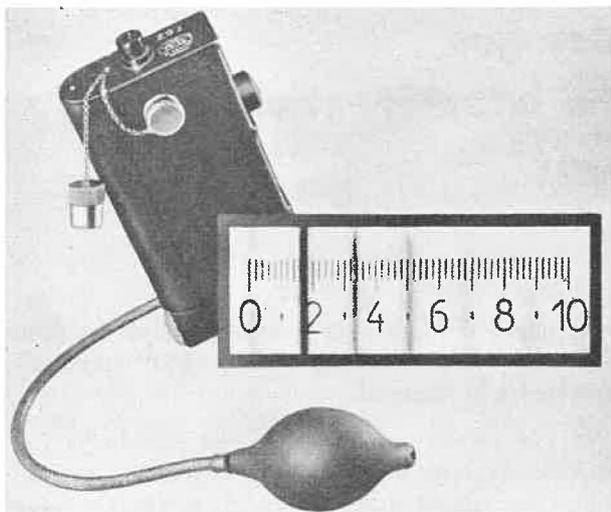


Fig. 3. — Grisomètre interférentiel avec poire (sans étui). Lorsqu'on observe dans l'oculaire, on aperçoit l'échelle avec les bandes d'interférence. La bande de zéro qui est utilisée pour la mesure se détache nettement des autres.

L'analyse ne peut porter que sur des mélanges binaires de constituants connus.

L'interféromètre ne peut pas déterminer si une différence donnée et mesurée entre les indices de réfraction résulte de la présence en faible proportion d'un gaz à indice de réfraction faible. C'est ainsi que l'addition à l'air d'une proportion de 1 % CO₂ donne la même différence entre les indices de réfraction que l'addition à l'air d'une proportion d'environ 3,7 % CO. On obtient enfin d'autres valeurs, lorsque l'on ajoute au gaz ci-dessus non pas de l'air ambiant normal, mais une certaine proportion d'oxygène pur. Dans ces conditions, la même différence entre les indices de réfraction, qui correspondait antérieurement à une teneur de 1 % CO₂ dans l'air, ferait conclure à une teneur de 0,88 % CO₂ ou de 2,4 % CO dans l'oxygène. Ceci montre que, pour que les résultats de l'analyse soient absolument exacts et précis, il importe essentiellement de savoir quels sont les gaz qui font l'objet de la mesure. Lorsqu'il s'agit de mélanges gazeux qui comportent plusieurs constituants, il importe que la teneur ne varie que pour l'un de ces constituants ; il faut en outre savoir de quels constituants il s'agit effectivement, si l'on veut obtenir des résultats explicites. En effet, un mélange constitué par exemple par de l'air et par les deux gaz CO₂ et CO donne la même différence entre les indices de réfraction pour les teneurs de 1 % CO₂ et 3,7 % CO et pour les teneurs de 1,6 % CO₂ et 1,5 % CO. Il

est par contre indifférent que l'un des constituants, l'air par exemple, soit à son tour composé de plusieurs éléments différents, sous la condition expresse que les proportions en pourcentage de ces divers éléments soient exactement connues et qu'elles ne subissent aucune modification.

Agents spécifiques d'absorption pour mélanges gazeux à plusieurs constituants.

Il faut toutefois noter que l'interféromètre à gaz peut encore être employé avec succès pour l'analyse de mélanges gazeux comportant plusieurs constituants en pourcentages variables, lorsque l'on dispose d'agents spécifiques d'absorption pour ces différents constituants. Dans ce cas, il faut faire passer tout d'abord le mélange gazeux complet dans la chambre de mesure et mesurer la déviation de l'interféromètre. Il faut ensuite faire passer le mé-

TABLEAU I.

Indices de réfraction $(n - 1) \cdot 10^6$
d'un certain nombre de gaz pour
 $\lambda_e = 0,5461 \mu$, à 0° C et sous 760 mm Hg

Gaz		Indice de réfraction
Argon	Ar	283.14
Acide chlorhydrique	HCl	448.0
Hélium	He	34.907
Bioxyde de carbone	CO ₂	450.62
Oxyde de carbone	CO	336.04
Air sec exempt de CO ₂		293.24
Crypton	Kr	429.76
Néon	Ne	67.250
Ozone	O ₃	520.00
Oxygène	O ₂	271.54
Anhydride sulfureux	SO ₂	674.58
Sulfure de carbone	CS ₂	1500
Protoxyde d'azote	N ₂ O	510.00
Azote	N ₂	299.14
Vapeur d'eau	H ₂ O	252.70
Hydrogène	H ₂	140.18
Xénon	X	706.03
Ethane	C ₂ H ₆	770.46
Ether	C ₄ H ₁₀ O	1550
Alcool éthylique	C ₂ H ₆ O	874
Ethylène	C ₂ H ₄	719.78
Acétone	C ₃ H ₆ O	1099.0
Acétylène	C ₂ H ₂	599.4
α -butylène	<i>a</i> -C ₄ H ₈	1370.37
iso-butylène	iso-C ₄ H ₈	1379.64
Méthane	CH ₄	441.50
Butane normal	<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	1390.07
Propane	C ₃ H ₈	1080.79
Propylène	C ₃ H ₆	1057.06

lange à travers un agent spécifique d'absorption qui sépare complètement et retient l'un des constituants du mélange, sans exercer aucune influence sur les autres ; après avoir fait passer à nouveau le reste du mélange dans la chambre de mesure, il faut procéder à une nouvelle lecture de la déviation de l'interféromètre. Le même processus peut être répété s'il subsiste encore dans le mélange gazeux des constituants en proportions variables. Il existe toutefois une difficulté qui provient du fait qu'en chimie nous ne connaissons des agents d'absorption exerçant une action effectivement spécifique que pour quelques gaz seulement. D'autre part, la détermination est plus difficile lorsque les constituants qui doivent être éliminés par absorption représentent des pourcentages élevés du mélange total.

Dosage simultané de CH_4 et CO_2 dans l'air.

Le procédé ci-dessus peut toutefois être appliqué dans d'excellentes conditions au cas simple suivant. Considérons un mélange constitué par de l'air normal, par du méthane et aussi par une proportion appréciable de bioxyde de carbone ; un tel mélange se rencontre dans de nombreuses mines de houille. Si l'on se propose de déterminer les pourcentages de CO_2 et de CH_4 dans ce mélange, les mesures peuvent être effectuées très simplement au grisoumètre interférentiel. A cet effet, faire passer tout d'abord le mélange complet dans un récipient rempli de chlorure de calcium, en vue de l'absorption de la vapeur d'eau ; envoyer ensuite le mélange dans la chambre de mesure de l'interféromètre et procéder à la première lecture. Prélever un nouvel échantillon, en éliminer également la vapeur d'eau, puis le faire passer dans un récipient rempli de chlorure de calcium et de chaux sodée, en vue de l'absorption du bioxyde de carbone et procéder à la deuxième lecture. Etant donné que les indices de réfraction de CH_4 et de CO_2 diffèrent très peu l'un de l'autre, la première lecture sur l'échelle du méthane donne la somme des teneurs en CO_2 et en CH_4 , tandis que la deuxième lecture indique la teneur en CH_4 seul. La différence représente la teneur en CO_2 . Pour tenir compte de la faible différence entre les indices de réfraction du bioxyde de carbone et du méthane, réduire la teneur en CH_4 ainsi trouvée du $1/20$ de la valeur calculée. Considérons un exemple pratique. La première lecture a donné 5,0 % et la deuxième lecture a été de 1,0 %. L'échantillon contient donc 1,0 % CH_4 et environ 5 % — 1 % = 4 % CO_2 . Pour obtenir un résultat précis, réduire cette valeur de $1/20$ de la valeur calculée, c'est-à-dire de 0,2 %. Les teneurs effectives sont ainsi de 1,0 % CH_4 et de 3,8 % CO_2 . Ce dosage peut être aisément effectué même en galerie, en employant, pour l'absorption de la vapeur d'eau, un récipient supplémentaire que l'on fixe sur la courroie de l'appareil.

Mélanges complexes de dosage difficile.

Pour être complets, nous devons encore signaler ici une autre possibilité qui porte sur l'analyse de mélanges complexes à l'aide de l'interféromètre. Si l'on doit, par exemple, analyser un mélange de trois constituants sans que l'on dispose d'un agent spécifique d'absorption pour l'un de ces constituants, on pourra procéder à la détermination interférométrique qui, dans ce cas, ne donne que l'indice de réfraction du mélange complet, puis recourir à d'autres méthodes de mesure, telles que par exemple la détermination de la densité, de la conductibilité calorifique, etc. Nous laisserons toutefois de côté cette possibilité, dont l'application constitue plutôt un cas particulier.

Étalonnage expérimental.

Ainsi qu'il a déjà été exposé, l'interféromètre à gaz permet de mesurer la différence entre les indices de réfraction des gaz qui remplissent les deux chambres, d'après la formule (1). L'étalonnage pour le gaz particulier à doser peut être aisément effectué par le calcul, si l'on connaît les indices de réfraction des deux gaz purs qui correspondent aux constituants du mélange. Si toutefois l'on ne connaît pas ces indices, on peut néanmoins opérer avec succès en procédant à un étalonnage empirique. A cet effet, préparer un mélange de composition exactement connue tant qualitativement que quantitativement, puis déterminer les valeurs de mesures correspondantes à l'aide de l'interféromètre. Si, par exemple, il s'agit de doser de faibles proportions d'un gaz A dans un gaz B, employer de préférence le gaz B comme gaz-témoin. Faire passer dans la chambre de mesure un mélange de A et B dans les proportions connues (par exemple, 1 % A et 99 % B), puis déterminer l'indication de l'interféromètre pour ce mélange. L'étalonnage est d'autant plus précis que la composition du mélange employé à cet effet est elle-même connue avec plus de précision. Il est d'ailleurs fréquemment opportun de faire porter l'étalonnage sur un certain nombre d'échantillons et de tracer la courbe correspondante. On peut alors aisément déterminer quel pourcentage du gaz B dans le gaz A correspond à une division donnée de l'échelle de l'interféromètre. La relation est linéaire. Lorsque l'on procède à un tel étalonnage empirique avec un grisoumètre interférentiel, il ne faut pas omettre de vider et de nettoyer au préalable les récipients d'absorption que contient l'appareil. Le filtre du récipient d'absorption ne peut jouer efficacement son rôle que s'il est constitué par un tampon d'ouate propre, modérément serré.

Étalonnage calculé pour mélanges gazeux.

Il est possible de se dispenser de l'étalonnage empirique, lorsque l'on peut trouver dans la littérature spécialisée les indices de réfraction des constituants du mélange, sous forme de résultats de mesures rigoureusement effectuées. La colonne 3 du tableau I indique de telles valeurs pour un certain nombre de gaz.

Les nombres de cette colonne représentent les indices de réfraction $(n - 1) \cdot 10^6$ des gaz mentionnés, pour la longueur d'onde $\lambda_e = 0,5461\mu$, à une température de 0°C et sous une pression de 760 mm Hg. Pour étalonner le grisomètre interférentiel par le calcul, en vue du dosage d'un mélange gazeux binaire formé par les constituants A et B, prélever dans le tableau les deux valeurs n_A et n_B des indices de réfraction des gaz A et B et les introduire dans la formule (2) ci-après, qui donne directement le coefficient de conversion G pour l'échelle du méthane.

$$G = \frac{148,26}{|n_A - n_B|} \quad (2)$$

Le nombre qui figure au numérateur représente la différence des indices de réfraction entre l'air et le méthane, différence pour laquelle le grisomètre interférentiel est réglé. Les deux traits verticaux que comporte le dénominateur indiquent qu'il ne s'agit ici que de la valeur absolue de la différence ; son signe effectif ne joue aucun rôle.

TABLEAU II.

Coefficients d'étalonnage G pour le dosage d'un gaz dans l'air.

Gaz contenu dans l'air		Coefficient d'étalonnage G
Bioxyde de carbone	CO ₂	0,942
Oxyde de carbone	CO	3,46
Oxygène	O ₂	6,83
Azote	N ₂	25,1
Vapeur d'eau	H ₂ O	3,66
Hydrogène	H ₂	0,969
Ethane	C ₂ H ₆	0,311
Ether	C ₄ H ₁₀ O	0,118
Alcool éthylique	C ₂ H ₆ O	0,255
Ethylène	C ₂ H ₄	0,348
Acétylène	C ₂ H ₂	0,484
Butane normal	n-C ₄ H ₁₀	0,135
Propane	C ₃ H ₈	0,188

Si l'on doit, par exemple, doser l'acétylène dans l'azote, on emploiera l'azote pur comme gaz-témoin. Le tableau I donne les valeurs $n_A = 599,4$ et $n_B = 299,14$; on a donc $n_A - n_B = 300,3$.

Si l'on reporte les valeurs ci-dessus dans la formule (2), on obtient pour le coefficient de conversion :

$$G = \frac{148,26}{300,3} = 0,494.$$

C'est par ce coefficient qu'il faut multiplier toutes les lectures faites sur l'échelle du méthane, pour obtenir la teneur de l'azote en acétylène. Si, par exemple, la lecture sur l'échelle du méthane donne 2,2 %, le mélange azote-acétylène contient :

$$2,2 \times 0,49 = 1,08 \text{ \% acétylène.}$$

Le tableau II donne quelques valeurs du coefficient de conversion G, pour le dosage de plusieurs gaz dans l'air. Ce tableau est basé sur la supposition qu'il s'agit, par exemple, du mélange d'un gaz A avec un air de composition normale. Dans ce cas, l'air est également employé comme gaz de comparaison.

Il faut encore attirer l'attention sur le fait que, dans le grisomètre interférentiel, il faut toujours faire passer dans la chambre médiane le mélange gazeux qui présente le plus grand indice de réfraction, afin que la bande de zéro se déplace du côté convenable.

Influence de la température et de la pression.

Dans les mesures qui ne présentent qu'un caractère indicatif, il n'est pas nécessaire de prendre particulièrement en considération la température et la pression de l'air. Par contre, pour les mesures précises, il faut observer que le coefficient d'étalonnage non corrigé n'est valable que pour la pression et la température pour lesquelles l'échelle de méthane du grisomètre interférentiel a été étalonnée. Cette pression et cette température sont respectivement $p_0 = 760 \text{ mm Hg}$ et $t_0 = 17,5^\circ \text{C}$. Si l'on emploie l'instrument sous une pression p et sous une température t différentes, le résultat doit être multiplié par le facteur F ci-dessous :

$$F = \frac{760}{p} \times \frac{273 + t}{273 + 17,5} = 2,62 \times \frac{273 + t}{p} \quad (3)$$

De même, dans le cas de l'étalonnage empirique, il y a lieu de tenir compte des valeurs de la pression et de la température. Si au cours de l'étalonnage, les valeurs correspondantes sont p_1 et t_1 et si, au cours de la mesure ultérieure, la pression et la température sont respectivement p_2 et t_2 , il faut multiplier le résultat obtenu par le facteur F' ci-dessous :

$$F' = \frac{p_1}{p_2} \times \frac{273 + t_2}{273 + t_1} \quad (4)$$

Dans tous les cas, la température doit être exprimée en degrés centigrades ; dans la formule (4), l'unité de pression est indifférente.

Champ et précision de mesure.

Pour l'analyse envisagée à l'aide du grisomètre interférentiel, le choix entre les deux champs de mesure de 0 à 10 % et de 0 à 100 % dépend de la précision à réaliser et du champ de mesure dont il faut disposer. Le modèle avec champ de mesure de 10 % comporte une chambre dont la longueur efficace est $2 \times 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$, tandis que la longueur efficace de la chambre du modèle avec champ de mesure de 100 % n'est que de 24 mm. Il en résulte que la précision de mesure du modèle de 0 à 10 % est dix fois plus grande que celle du modèle de 0 à 100 %. Par contre, le champ de mesure du premier est dix fois plus petit que celui du deuxième. Si l'on admet que, dans le dosage du méthane, la précision de mesure atteinte avec le modèle de 0 à 10 % est de $1/2$ à 1 division de l'échelle, c'est-à-dire 0,1 à 0,2 % CH_4 , la précision du modèle de 0 à 100 % sera de 1 à 2 % CH_4 . C'est ce que met en évidence le tableau III.

TABLEAU III.

Dosage de CH_4

Champ de mesure de l'appareil	Précision de la lecture
0 à 100 %	1 à 2 %
0 à 10 %	0,1 à 0,2 %

Pour obtenir les indications correspondantes pour le champ et la précision de mesure relatifs au mé-

lange de gaz que l'on doit doser, il suffit de multiplier les nombres du tableau III, qui se rapportent à CH_4 , par le coefficient G correspondant. A titre d'exemple, supposons qu'il s'agisse de doser le propane dans l'air normal. Le coefficient G correspondant est calculé d'après la formule (2). Dans le cas considéré, il peut être trouvé également directement dans le tableau II, qui indique $G = 0,188$. Si l'on emploie le modèle de 0 à 100 %, le champ de mesure s'étend donc de 0 à 18,8 % propane dans l'air et la précision est de 0,2 à 0,4 % propane. Si d'autre part, on a recours au modèle de 0 à 10 %, le champ de mesure s'étend de 0 à 1,88 % propane et la précision atteint 0,02 à 0,04 % propane.

Dans le cas où l'on désire déterminer le champ et la précision de mesure directement à partir des différences d'indice de réfraction des gaz constituants, sans employer le coefficient G, il faut recourir au tableau IV. Ce tableau indique quelles différences d'indice de réfraction on peut couvrir avec les deux modèles de grisomètre interférentiel, ainsi que la précision avec laquelle il est possible de le faire.

TABLEAU IV.

Mesure de $n_a - n_b$

Modèle d'appareil	Champ de mesure de l'appareil	Précision de mesure
0 à 100 % CH_4	$140 \cdot 10^{-6}$	1 — 2 . 10^{-6}
0 à 10 % CH_4	$14 \cdot 10^{-6}$	0,1 — 0,2 . 10^{-6}

Sélection des fiches d'Inichar

Inichar publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

- a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.
- b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés. C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 529

Fiche n° 21.951

W. TIRAPOLSKY. Forage par moteurs souterrains. — Institut Français du Pétrole, 1958, janvier, 124 p., 70 fig.

Actuellement dans les pays de l'Est, on fore 5 millions de m/an par les procédés à moteur souterrain (turbine et moteur électrique), ce qui équivaut sensiblement aux sondages forés par battage dans le reste du monde (7 à 8.000 puits par an aux E.-U.). Diverses autres solutions sont imaginables, telles que moteur à explosion, forage thermique, charges creuses, etc... Aperçu général sur ces procédés. Dans le forage rotary, la vitesse est normalement 200 tr/min environ, dans la turbine au fond on porte la vitesse à 1.000 tr/min, la pression sur l'outil est également un facteur important. La puissance transmise à l'outil est limitée dans les deux cas : soit par les dimensions en fond de trou, soit par la capacité de transmission de la colonne de tiges. Dans le forage à la turbine, la boue transmettant l'énergie doit répondre à certaines exigences. Le turboforage : il comporte essentiellement : un corps tubulaire relié à sa partie supérieure à la colonne de forage - un arbre relié au trépan avec ori-

fice central - une série d'empilages (35 à 200) d'arbages comportant chacun une roue statorique solidaire du corps et une roue rotorique solidaire de l'arbre - un palier inférieur composé d'une chemise habillant l'arbre et un palier caoutchouté solidaire du corps - des paliers intermédiaires répartis le long de l'arbre - une butée composée d'une alternance de disques métalliques et caoutchoutés. L'ouvrage cite et discute les caractéristiques théoriques. Tableau des turbines russes en service. Le circuit liquide - les pompes - les divers éléments du rendement et le rendement global (55 % environ) - Le carottage à la turbine - L'orientation du turboforage, contrôle de la déviation. Rentabilité de la conversion du rotary au forage à la turbine (diagramme).

L'électroforage : Electroforeuses avec tiges : plusieurs dizaines de milliers de m annuellement forés en Russie par ce procédé qui n'est pas très éloigné du seuil économique.

Electroforeuses sans tige : on règle le poids sur l'outil de telle sorte que l'inertie du stator soit suffisante pour emmagasiner la réaction du rotor pendant une dizaine de secondes et le courant électrique est inversé automatiquement toutes les 10 (ou 12) secondes. Procédé destiné aux grandes profondeurs (3.000 m et plus).

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 110

Fiche n° 22.530

G. MERRICKS et M. THOMPSON. Shaft sinking at Free State Saaiplass gold mining Company Ltd. *Fonçage de puits à la mine d'or de Saaiplass de l'Etat Libre.* — *Journal of the South Afr. Inst. of Mining and Metallurgy*, 1958, août, p. 38/65, 8 fig.

Renseignements et discussion sur les opérations de fonçage. Le puits n° 2 a traversé 1419 m à une moyenne d'avancement mensuel de 150 m de puits fini, avec un maximum de 250 m. On cite d'autres fonçages de puits :

1) Western Holdings: 7,20 diam. bétonné, 1167 m de profondeur, chargement des déblais par grappins. 356 jours dont 29 de cimentation, y compris les envoyages et salle de pompe. Plancher suspendu à 10 étages servant au bétonnage simultané. Le grappin y est suspendu.

2) Harmony Gold Mining. Renseignements concernant surtout le personnel occupé, la mise au courant, les facilités de logement, les statistiques.

3) N° 2 Ste Helena : Cimentation préalable des terrains par un sondage foré au diamant, jusqu'à 1.260 m.

4) Hartebeestfontein : Installation de chargement par grappin suspendu au plancher de protection.

5) West Drifontein : Détails des installations de fonçage et de l'équipement définitif du puits 7,50 m de diam. On a atteint des capacités de chargement de 300 t par heure avec un grappin de 0,566 m³ dans un cuffat de 4.500 kg.

IND. B 12

Fiche n° 22.559

W. SEITLER. Tübbingschacht in der Berechnung. Schiefagemessung wird ausgewertet. *Vérification des sollicitations des cuvelages. Utilisation des mesures de déviation par tranches.* — *Bergbau Rundschau*, 1958, octobre, p. 613/617, 10 fig.

Dans un puits de 7 m de diamètre utile avec cuvelage de 3 cm d'épaisseur et un remplissage de 50 cm de béton, on a effectué des mesures de déviation par tranches de 50 m. On arrive ainsi à un rayon de courbure du puits de 19.800 m. Tenant compte des modules d'élasticité du béton à la flexion et de la fonte à l'extension et à la flexion, soit respectivement : 210.000, 1.000.000 et 14 kg/cm², avec une charge de rupture à la flexion pour la fonte de 2.000 kg/cm² et du béton, 225 kg/cm², l'auteur établit les valeurs du couple pour trois valeurs successives de la ligne de nulle pression, on trouve ainsi la vraie position : celle pour laquelle les deux tensions sont égales et finalement le rayon théorique de flexion = 20.200 m, ce qui donne une bonne approximation avec la valeur expérimentale.

Fonte et béton ont été soumis à des forces opposées de 4.903 t.

IND. B 33

Fiche n° 21.836

J. SCHILP. Enkele aspecten bij het drijven van galerijen in de voorbereiding bij de Staatsmijnen in Limburg. *Quelques aspects du creusement des galeries de traçage dans les Mines d'Etat du Limbourg.* — *De Mijnlamp*, 1958, 15 avril, p. 379/384, 4 fig.

Dans le creusement des traçages, trois choses sont fort importantes : 1) l'avancement en cm par poste de 8 h ; 2) l'avancement en cm par homme-poste ; 3) la mécanisation des travaux pénibles : chargement, abattage manuel du charbon. Selon que la galerie est indépendante ou marche avec la taille, c'est 1) ou 2) qui l'emporte. Entre l'avancement propre et l'avancement par homme-poste ou prestation, il y a la relation : avancement = prestation × nombre d'hommes du poste. Celui-ci peut atteindre 1,53 ouvrier par m de front avec une organisation intensive, normalement il est de 0,67 à 0,75. Facteurs agissant sur la prestation : outillage - méthode de travail - organisation - marché. Evolution depuis 1955 - Economie résultant du tir simultané du charbon et des bancs de pierres : l'inconvénient de la grosse dépense de lavage est compensé par la possibilité de plus grands avancements, chargement plus rapide.

Le forage se fait avec marteaux Atlas RH 656 - fleurets monoblocs à couronne de 58 mm. On utilise 3 hommes pour 2 marteaux. Schéma de tir avec mines minima de 2,50 m, max. : 3 m. Diamètre des cartouches : 30 à 34 mm. Déton à milli-retards. Chargement mécanique : deux engins sont recommandés : la chargeuse continue Joy, il y a 3 types : 1 Joy 8 BU 4 - 1 Joy 8 BU 13 n. et 1 MC 3. Deux sont en service. La Joy 8 BU a une capacité nette de 90 m³/h. Y compris les manœuvres, on réalise environ la moitié.

L'autre engin est la chargeuse scraper qui, avec un bac de 900 litres, réalise un débit équivalent au Joy 8 BU. C'est une machine robuste, demandant peu d'entretien et d'un service facile. Vue où l'on voit le bac s'engageant dans le couloir pourvu d'un orifice pour le déversement sur bande. Treuil et moteur à l'arrière. Un planning est donné pour le creusement d'un traçage avec chargeuse Joy et avancement de 2 m par poste, travail à 4 postes : 7 h le matin et 3 aux trois autres postes.

IND. B 4111

Fiche n° 21.889

W. LOVE et P. LINDSTROM. Longwall stopping at the Radon Mine. *L'exploitation longwall avec remblai à la mine Radon.* — *Mining Congress Journal*, 1958, août, p. 34/38, 10 fig.

Application de la méthode d'exploitation du charbon à une mine métallique. La couche de minéral est plate, 1,50 m d'épaisseur moyenne et à

haute teneur en pechblende. Profondeur environ 200 m. Tailles chassantes soutènement avec étançons coulissants en acier, foudroyage du « toit ». La mine est dans l'Utah. Le minerai est exploité par un puits et un tunnel incliné de service ; 250 t par jour et 50 hommes. L'article rappelle les principes sur lesquels se base l'étude du soutènement, contrôle du toit, arc de pression, zone de détente, dans la méthode d'exploitation par tailles continues. L'application de la formule de Spruth : $W = 0,15 D + 60$, où W est la longueur de la zone détendue et D la profondeur, en pieds, donne, pour le cas envisagé, environ 50 m. Le contrôle du toit a été réalisé par les étançons Becorit, à collier de verrouillage, employés avec vérins hydrauliques Porto-Power, et piles métalliques pourvues de blochets en chêne contre le toit. On laisse environ 2,70 m d'allée libre entre le front et les deux lignes d'étançons. Le cycle de travail comprend : forage à 1,20 m de profondeur ; protection contre le tir par des madriers en chêne disposés horizontalement et attachés par des rubans d'acier ; tir ; déblaiement et chargement ; enlèvement de la couverture de protection des étançons, nettoyage et avancement des étançons.

IND. B 4211 et D 56

Fiche n° 21.844

X. Koolwinning in een steile pijler op het zadel van Puth (Staatsmijn Emma). *Exploitation du charbon dans une taille en dressant de l'anticlinal de Puth à la mine Emma*. — De Mijnlamp, 1958, 15 juin, p. 496/501, 9 fig.

L'anticlinal de Puth qui passe dans le pilier de protection du puits n° 4 redresse les couches avec un grand rayon de courbure et se poursuit, sans discordance, sur l'autre flanc par des plateures (coupe). Les morts-terrains ont environ 280 m d'épaisseur. La taille supérieure en dressant est exploitée dans la couche IV b-5 entre les niveaux de 325 m et 410 m. Le niveau de retour d'air est à 306 ; comme la couche s'élève plus haut, on a fait un plan incliné en pierre depuis le niveau de 306 jusqu'à environ 50 m des morts-terrains. En tête, la couche IV b-5 a une ouverture de 2,20 m et une pente de 50 à 55°. L'exploitation se fait par taille à remblai et abattage manuel. Les pierres sont amenées par le puits n° 4 en berlines de 2.700 litres à versage bilatéral. Les pierres tombent de la surface dans un tuyau de chute de 200 mm de diamètre jusqu'à un silo de 90 t de capacité, les berlines roulent au niveau de 306 jusqu'à un autre silo d'où elles sont reprises par un convoyeur Gusto 50 PK. Au-dessus du plan incliné, la galerie est trapézoïdale : en tête 2,20 m × 2,20 m de hauteur avec un convoyeur à bande de caoutchouc sur pilots en béton. L'évacuation des charbons se fait par une galerie analogue ($H = 2,40$ m). L'exploitation est oblique sur la pente pour ramener la pente nor-

male de la taille à 30° : exploitation en taille montante avec passe chassante, boisage parallèle à la taille, évacuation des produits par couloir à un bord. Les convoyeurs en direction sont disposés en série à mise en marche et arrêt à contrôle automatique. Longueur de taille : 198 m ; allées 90 cm. Personnel : 74. Production \pm 600 berlines de 1.063 litres.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. C 21

Fiche n° 21.721

W. HINTZE. Das Auffahren von Strecken mit kleinen Querschnitten nach dem Parallelbohrloch-Verfahren. *Le creusement de galeries de petite section d'après le procédé des mines parallèles*. — Nobel Heft, 1958, juillet, p. 173/188, 16 fig.

C'est en 1956 que Morhenn a relaté les premiers essais de tir sans mine de bouchon (cf f. 17.876 - C 21) ; après des résultats satisfaisants dans le bassin d'Aix-la-Chapelle, le procédé a été mis à l'essai dans les mines de lignite noir de Bavière. Ces essais avaient été faits dans des galeries de 12 et 18 m², il s'agissait de savoir si le procédé donnerait d'aussi bons résultats en galeries de petite section. C'est pourquoi le procédé a été essayé dans 3 mines de Bavière : à Ichthyol-Bergbau (le schiste à huile d'Ichthyol a de 10 cm à 2 m, il est inclus dans des bancs de schistes), dans les mines de graphite de Krapfmühl et dans les mines de sel de Berchtesgaden. Dans le 1^{er} et le 3^e cas, la consommation d'explosifs a plutôt été accrue, dans le 2^e cas (gneiss et calcaire), le tir parallèle a fait réaliser une économie de 40 %.

IND. C 41

Fiche n° 21.925

F. GLOSSOP. The large coal problem. *Le problème du gros charbon*. — Iron and Coal T.R., 1958, 12 septembre, p. 607/612.

L'auteur étudie les moyens de réduire la fragmentation du charbon au cours de ses manipulations au fond et à la surface. Considérant que le gros charbon dépasse 5 cm, le gros est surtout demandé pour les foyers domestiques et les chemins de fer, ceux-ci faisant toutefois effort pour s'adapter à la dégradation du charbon par le recours aux briquettes et au Diesel. La mécanisation croissante dégrade de plus en plus la production et la demande de gros a dû être satisfaite en partie par des importations.

Les moyens de remédier à cette situation sont examinés successivement : l'emploi des explosifs doit être organisé de manière à éviter la multiplication des trous de mines et économiser l'explosif.

L'infusion propulsée, le soutien de la rainure de havage, son nettoyage, l'emploi du Cardox, de

l'Hydrox, du briseur Armstrong, de l'Airdox, ont un effet favorable que l'auteur s'efforce d'évaluer.

Il montre aussi, par des statistiques de production, l'influence de la mécanisation et de la réduction de la puissance moyenne des couches. On s'est évertué à modifier la construction des haveuses-abatteuses, notamment les Meco-Moore et les Anderton de manière à réduire l'émission du charbon et les résultats sont appréciables. D'autre part, on a attiré l'attention sur d'autres causes de la dégradation du charbon, auxquelles certaines mesures permettent de remédier : méthodes de transport souterrain, stations de transfert, emploi des wagonnets de forte capacité, chutes spirales et trémies d'emmagasinage, skips, et enfin, installations de préparation à la surface, lavoirs centraux, etc.

IND. C 4220

Fiche n° 21.960

P. SHUTTLEWORTH et F. ROXBOROUGH. Coal planning with a Schram plough. Study of the haulage forces involved. *Rabotage d'une couche avec un rabot-haveur. Etude des forces de traction nécessaires.* — *Colliery Guardian*, 1958, 25 septembre, p. 379/383, 5 fig., et 2 octobre, p. 411/416, 3 fig.

Compte rendu d'essais effectués dans une couche de 1,07 m avec 3 intercalations schisteuses, à 259 m de profondeur, bon mur et toit gréseux, taille de 180 m, front orienté à 25° sur les clivages. Inclinaison très faible. Pour le rabotage, un havage de 0,90 m dans le lit du mur, et des tirs à l'explosif de dislocation étaient pratiqués sur la moitié de la taille. Le rabot-haveur à câble était employé avec un convoyeur de taille Beien, deux moteurs, blindé et flexible. Hauteur du rabot 0,60 m, 2 moteurs à air comprimé de 50 ch placés dans les voies de tête et de pied avec poulies de renvoi ; des vérins pneumatiques espacés de 6 m poussent le rabot contre le charbon. Soutènement par étaçons hydrauliques et, du côté des remblais, par piles hydrauliques. La force de traction sur les deux câbles de tête et de queue était mesurée par deux dynamomètres constitués par 3 poulies sur lesquelles passe le câble de traction. La poulie centrale, placée plus haut que les deux autres, transmet la pression qu'elle reçoit à un soufflet qui à son tour la transmet à un fluide hydraulique. Celui-ci est relié à un appareil enregistreur. Un étalonnage préalable assure l'exactitude des indications recueillies.

On a mesuré l'influence sur la force de traction de :

- 1) l'enlèvement du havage ;
- 2) l'effet de l'étaçonnement à front et aux remblais ;
- 3) l'effet des tirs à l'explosif ;
- 4) la forme des couteaux ;
- 5) le rabotage en plein charbon ;
- 6) l'infusion d'eau.

Les résultats relatifs au poste 1), avec les corrections nécessaires, montrent que 50 % de la puissance sont perdus par frottements ; 20 % environ sont utilisés pour le chargement du charbon et environ 20 % pour le havage proprement dit.

Les essais ont mis en lumière l'influence du remblai sur l'énergie de traction nécessaire pour effectuer le havage : dans les parties sans remblai, l'énergie moyenne est plus de six fois supérieure à celle qui est nécessaire dans les parties remblayées. Les piles réduisent cet écart. L'emploi d'explosifs avant le rabotage a naturellement un effet favorable qui a été mesuré. La forme des couteaux a également une influence et des enregistrements dynamométriques ont montré qu'il y avait avantage à réduire l'angle de coupe (entre le couteau et le charbon). L'infusion d'eau a une influence favorable, affaiblissant considérablement la résistance du charbon. Des essais en ferme ont montré qu'au point de vue de la proportion de gros, l'emploi du rabot avec préhavage surtout, et même en ferme avec une petite profondeur de coupe, est plus avantageux que l'emploi de l'abatteuse Anderton.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTÈNEMENT.

IND. D 1

Fiche n° 21.955

G. HEINZE. Härte und Festigkeitsuntersuchungen an Kohlen, insbesondere an Ruhrkohlen. *Essais de dureté et de résistance des charbons, spécialement de ceux, de la Ruhr.* — *Bergbau Archiv*, n° 1/2, 1958, p. 71/93, 18 fig.

Recherches sur le charbon qui montrent que micro-dureté, macro-dureté et résistance structurelle sont en étroite relation. La question de l'influence de la granulation de l'échantillon sur les résultats n'a pas été envisagée ici. Des essais de dureté au vibro-testeur n'ont pas donné des résultats concordants avec les trois autres procédés signalés. Au point de vue pratique, la dureté du charbon peut être examinée à deux points de vue : pour l'exploitabilité ou bien pour déterminer le comportement différent au concassage des charbons gras et des maigres ; dans ce dernier cas, les méthodes d'examen sont évidemment différentes, on recourt aux valeurs de macro-dureté de Vickers en tenant compte de la fissilité et des variations de dureté de couche à couche.

Au contraire pour l'exploitabilité, il est préférable de recourir au vibro-testeur. Cependant, ce procédé ne permet pas de préciser l'influence de la pression de terrain sur l'exploitabilité.

IND. D 222

Fiche n° 21.845

K. HOEFER. Beitrag zur Frage der Standfestigkeit von Bergfesten im Kalibergbau. *Contribution au problème de la résistance des piliers dans les mines de potasse.* — 1958, juin, 148 p., 80 fig.

Les études sur les pressions de terrains n'ont guère commencé à progresser que depuis une trentaine d'années. Jusqu'à présent, on a cherché à régulariser la pression des terrains et jusqu'à un certain point à la contrôler. Actuellement, on essaie d'ébaucher la théorie, il reste beaucoup à faire avant d'aborder ce point, spécialement au point de vue quantitatif. Dans les exploitations de potasse, le problème se pose un peu différemment. Les piliers se prêtent particulièrement bien aux observations mais aussi aux mesures. Depuis plusieurs années, on effectue des mesures de gonflement des piliers sous l'action de la charge. C'est ce qui fait l'objet de cette communication. Deux dispositifs sont utilisés : les tubes Schmidt que l'on dispose dans une série de trous de sonde de petit diamètre (36 mm) et où l'on scelle à une extrémité des tiges en acier que l'on guide avec des coussinets à l'intérieur et qui débordent d'une quantité déterminée à l'autre extrémité : quand le pilier se dilate, la tige rentre dans le tube d'une certaine longueur équivalente. Ce dispositif est avantageux parce que le petit diamètre du trou modifie peu les conditions locales. Le dispositif de Mohr utilise des trous de 300 mm, mais au moyen de tubes coaxiaux se terminant par des plateaux de calage à différentes profondeurs du trou de sonde, on peut ainsi mesurer les déformations à l'intérieur du pilier.

Le mécanisme de la déformation en bloc des piliers est examiné : il y a dans le temps une première période d'allongement qui correspond à la mise en charge : grand allongement à variation décroissante dans le temps, puis une seconde période de reptation proportionnelle au temps, enfin une période où les glissements croissent de plus en plus vite avant la rupture.

Les phénomènes ont été étudiés par photoélasticité et des mesures d'allongement faites dans divers sièges.

Des conclusions sont tirées sur les dimensions à donner aux piliers avec la profondeur et la hauteur des piliers, abaque donnant ces dimensions et la durée de vie du pilier. Bibliographie.

IND. D 231

Fiche n° 21.945

W. TALMAN et J. SCHRODER. Control of mountain bumps in the Pocahontas n° 4 Seam. *Le contrôle des coups de roches dans la couche Pocahontas n° 4.* — *Mining Engineering*, 1958, août, p. 888/891, 8 fig.

L'exploitation de la couche Pocahontas, en Virginie Ouest, réunit certaines conditions qui ont donné lieu à des coups de charge : la couche a de

1,20 m à 2,40 m d'ouverture à 420 m. Charbon tendre, toit surmonté d'une puissante assise de grès, exploitation par piliers. On a cherché différents remèdes aux coups de toit : amincissement des piliers pour éviter la concentration de pressions, avec médiocre succès ; ensuite affaiblissement des piliers par forages au mur avec tarières de 0,60 m, écartés de 0,60 m. L'expérience a enseigné diverses précautions pour assurer la sécurité du travail, car des coups de toit \pm légers se produisent au cours de son exécution : placement de la machine à 10 m au moins de distance de l'orifice ; pas d'abattage pendant le même poste que le forage, au même pilier, mesures de protection diverses. L'emploi de cette méthode a permis de réduire les coups de toit dans de notables proportions.

IND. D 231

Fiche n° 21.944

A. BROWN. Ground stress investigations in Canadian coal mines. *Recherches sur les mouvements de terrains dans les charbonnages canadiens.* — *Mining Engineering*, 1958, août, p. 878/886, 11 fig.

Cette communication fait partie des travaux présentés au symposium sur les « coups de roches » lors du meeting annuel de l'A.I.M.E. ayant pour but d'étudier ces phénomènes et leurs remèdes.

En général, les coups de roches se produisent dans les exploitations à partir d'une certaine profondeur, 750 m ou plus. Ils sont favorisés par les concentrations de charges dues aux terrains surincombants, à la résistance du toit ou aux méthodes d'exploitation (piliers, remblais).

On s'est efforcé de mesurer les pressions de terrains, ainsi que les rapprochements du toit et du mur, d'une part le long des fronts de taille, d'autre part dans les voies qui s'en éloignent, au moyen d'étauçons hydrauliques dynamométriques et enregistreurs, dans diverses conditions de lieu, de méthodes d'extraction, etc.

Au front d'une taille chassante, pression et convergence augmentent des extrémités vers le milieu, s'accroissent avec la progression de l'exploitation et s'atténuent en s'éloignant du front pour devenir nulles à une distance qui varie entre 90 et 240 m.

Le facteur temps a été étudié, l'influence des mouvements de terrains en un point donné d'un niveau de roulage s'annulant au bout d'environ 200 jours. Pour étudier les pressions de terrains dans la masse des roches, on y a introduit par trous de sonde de 15 m des cellules hydrauliques.

On a cherché enfin à établir une relation entre les tremblements de terre et les coups de roches ou mouvements de terrains dus aux exploitations. Les résultats ont été enregistrés par sismographes, mais sont plutôt négatifs.

Des essais de laboratoire sur échantillons de roches en vue d'élucider les problèmes de la mécanique des roches sont en cours.

IND. D 41

Fiche n° 21.899

W. SCHAEFER. Beitrag zur Mechanik des Strebaubaus. *Contribution à la mécanique du soutènement*. — *Bergbauwissenschaften*, 1958, septembre, p. 276/293, 38 fig.

Pour faciliter le travail du mineur, on cherche à donner au soutènement une grande portance en même temps qu'une grande légèreté, sans négliger la sécurité. L'article montre dans quelle mesure ces points sont respectés. Au point de vue flambement avec charge centrée, il y a intérêt à utiliser les aciers durs et les alliages d'aluminium à faible taux d'allongement. Quand la charge est excentrée, au contraire, il faut compter avec une certaine flexion, il y a économie de matière avec les métaux à plus grand taux d'allongement au détriment de la résistance. Avec mur tendre, il faut de grands plateaux et le risque d'excentricité est plus grand. On peut toutefois le diminuer par une construction appropriée. Le voilement de l'axe de l'étauçon entraîne une diminution de la force portante, quand cela se produit, il faut le remplacer et le faire redresser ; même un très léger pli peut entraîner des suites désagréables.

Ces influences ont été trop sousestimées jusqu'à présent ; ainsi Vogel admet une charge de l'étauçon égale aux 2/3 de celle de flambement, des essais précis ont montré qu'on ne devrait pas dépasser 30 à 40 % de cette charge. Wagner a estimé adéquatement le diamètre optimum d'un étauçon de longueur maximum donnée. On peut accroître la précision par la considération d'une épaisseur de paroi minimum. Ici aussi, les matériaux à haute résistance diminuent le poids. En fixant une bête sur une assise élastique, on peut déterminer comment on obtient une bonne transmission de la charge, comment le toit est sollicité et à quelles exigences la bête doit répondre. Les longues bêtes ne supportent pas le toit sur toute leur longueur. Si l'étauçon n'est pas au milieu, il y a diminution. Pour les bêtes en porte-à-faux, on obtient de bons résultats avec 40 % de la longueur au petit bout. La possibilité du présoutènement par la bête en porte-à-faux a été fort surestimée. Même des bêtes raides, lorsque le toit est tendre, ne satisfont que partiellement à cette exigence. Les bêtes en acier amélioré conviennent le mieux pour les grandes pressions.

IND. D 47

Fiche n° 22.422

F. MARSH et W. ADCOCK. The Isleworth-Dowty roof support. *Le soutènement marchant Dowty-Isleworth*. — *Colliery Engineering*, 1958, septembre, p. 385/390, 6 fig.

Description du soutènement marchant Dowty-Isleworth : deux cadres jumelés comprenant chacun 3 étauçons hydrauliques reliés par manchons élastiques en caoutchouc à deux poutres-caissons, l'une

au toit, l'autre au mur. Un étauçon est à l'avant du dispositif, vers le front de taille, et deux à l'arrière. L'avant est en porte-à-faux pour dégager le front jusqu'à l'étauçon et une articulation le sépare de l'arrière. L'ensemble est combiné pour présenter une certaine élasticité et une facilité d'adaptation aux variations de hauteur et de niveau ; la construction de la poutre du toit est conçue pour éviter une tendance au flambement et celle de la poutre du mur pour permettre l'emploi d'instruments de mesure. Un vérin à double action permet d'avancer alternativement chaque élément : il est placé entre les poutres de mur et son cylindre est attaché à un cadre, tandis que le piston est attaché à l'autre, le mouvement étant naturellement précédé d'un desserrage du toit de la partie à mouvoir. Les manœuvres sont commandées par un levier à 5 positions, qui est destiné à assurer la sécurité de marche et les facilités d'entretien. La résistance des étauçons est prévue pour 20 t. Une soupape de sûreté empêche de dépasser cette charge. De nombreux essais ont été effectués, dont les résultats sont exposés, qui démontrent les avantages de l'étauçon marchant, tout au moins dans une exploitation continue : son emploi dans un système d'exploitation cyclique discontinue est moins indiqué. Le système de remblayage notamment doit être étudié, le foudroyage intégral étant le plus avantageux.

IND. D 62

Fiche n° 21.839

E. JANS. Ervaringen met meegeevende galerij-ondersteuning in de mijn Julia. *Essai de soutènement articulé en galerie à la mine Julia*. — *De Mijnlamp*, 1958, 15 avril, p. 407/410, 5 fig.

Dans les mines du Limbourg néerlandais, l'entretien des voies d'entrée et de retour d'air participe pour 5,5 % dans le prix de revient fond. A la mine Julia, des essais ont été effectués en vue d'économiser ces frais de recarrage. Les nombreux types de soutènement sur le marché peuvent se classer en 5 groupes selon le mode de résistance à l'affaissement : 1) frottement réciproque des éléments : type T.H. ; 2) frottement dans des clames : Gerlach ; 3) friction dans une serrure Recker - résistance par déformation : Usspurwies - résistance par rayure : G.H.H.S.K. Les 3 derniers types fonctionnent avec des étauçons et douilles de pied. Usspurwies résiste le mieux aux efforts latéraux. C'est pourquoi les essais ont eu lieu avec des cadres trapézoïdaux et des douilles Usspurwies en comparaison avec des cadres seuls et des cintres T.H.

Les essais ont montré qu'on peut tenir pour certain que l'emploi de douilles avec cadre en galerie peut faire réaliser des économies. Il est surtout avantageux dans les chantiers où l'on prend le charbon des deux côtés. Là où il y a eu de grandes pressions latérales, le flambement leur fait perdre leur avantage. Là où il n'y a pas de pression laté-

rale, ce mode de soutènement est d'un enlèvement et remplacement faciles. La forme des coins de calage en bois est importante. Dans les terrains pesants, le cintre T.H. donne de meilleurs résultats. Cependant, le soutènement Usspurwies avec articulations présente les mêmes avantages que le cintre T.H.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 24 et E 444

Fiche n° 21.865

J. KIMBER. Rope maintenance. *L'entretien des câbles*. — *Colliery Guardian* (Overseas suppl.), 1958, p. 58/68, 24 fig.

L'auteur traite des mesures à prendre pour assurer la bonne conservation des câbles, de traction principalement : dispositions pratiques recommandables pour la commande, l'emmagasinage, la réception de ces câbles. Pour leur mise en service, précautions destinées à éviter les déformations, avaries ou mauvais fonctionnement. Méthodes à suivre pour assurer l'enroulement correct des câbles sur les tambours. Cas particulier des transports par câbles sans fin, exposés à des causes de détérioration spéciales, câbles travaillant dans des poulies à gorge, etc. La lubrification des câbles est envisagée.

On étudie également le problème du guidage des câbles qui doivent franchir des courbes horizontales. Vient ensuite le chapitre des avaries : examens de vérification, coefficient de sécurité admis dans les différents cas, types divers d'avaries, remplacement des câbles, épissures, confection des pattes, etc. Cet article renferme quantité de conseils utiles aux exploitants pour la bonne conservation et le bon rendement des câbles.

IND. E 48

Fiche n° 21.917

F. FONTEIN. Research and development work on vertical hydraulic transport. *Recherches et mise au point sur le transport hydraulique vertical*. — *Colliery Guardian*, 1958, 11 septembre, p. 313/322, 14 fig.

La question que se proposait le laboratoire des Staatsmijnen du Limbourg néerlandais était de savoir si on peut remonter du fond le charbon par transport hydraulique par pipe-line plus économiquement que par les moyens classiques. Le système comporte, en principe, une trémie recevant le charbon brut en dessous d'un certain calibre et le transmettant à deux chambres successives formant sas, d'où il est repris dans un tuyau vertical parcouru par un courant d'eau ascensionnel et soulevé jusqu'à la surface. On visait à transporter 700 t/h de 0-80 mm sous pression de 100 atm.

Les valves de fermeture du sas ont fait l'objet d'études et d'essais et tous les détails de l'appareillage ont été construits pour expérimenter en laboratoire avec un modèle réduit au cinquième.

Les essais donnent des résultats qui coïncident bien avec les formules de Froude pour le transport du gravier et du charbon ; ils ont montré que l'alimentation en produits à travers un entonnoir n'était pas satisfaisante. Une sortie cylindrique avec clapet a été réalisée en perspex. Un système complet résultant de l'expérience acquise est représenté.

IND. E 52

Fiche n° 21.864

J. COWAN. Underground haulage and roadway communications. *La traction souterraine et les communications ferroviaires*. — *Colliery Guardian* (Overseas suppl.), 1958, p. 50/57, 16 fig.

L'article traite le problème des signalisations le long des voies souterraines. Le règlement stipule que le mode de signalisation doit être intrinsèquement sûr, c'est-à-dire que les étincelles qu'il peut normalement produire ne puissent enflammer le grisou. Les dispositions prises par les constructeurs d'appareils, généralement électriques, pour satisfaire à cette prescription, sont multiples. On envisage les sonneries et les téléphones à accumulateurs avec courant continu, à transformateurs de courant alternatif, les applications aux commandes de convoyeurs de voies, aux galeries de roulage. On envisage aussi les solutions apportées par les constructeurs au cas où, dans un transport par câble sans fin, le roulage doit être stoppé pendant la remise sur rails d'une berline.

Le cas des transports de personnel est également traité spécialement, des arrêts en cours de translation pouvant être nécessaires, commandés du véhicule lui-même.

Les téléphones font l'objet d'un examen particulier et le transport avec locomotives entraîne des nécessités de signalisation nouvelles et, dans certains cas, l'automatisme de la signalisation doit être assurée par des dispositifs « ad hoc ».

IND. E 53

Fiche n° 21.868

FUNKE et HUSTER. Unsere Neuentwicklung : Funkgeräte für den Bergbau. *Nos nouveautés : téléphones pour les mines*. — *Signal- und Fernmeldepraxis*, 1958, juillet, p. 130/131.

Depuis 1952, la firme en vedette avait mis sur le marché le « Montavox », l'appareil a donné satisfaction dans de nombreux domaines, il incorporait les progrès connus à ce moment. Depuis 2 ans environ, la technique des semi-conducteurs et les transistors permettent un nouveau pas en avant. Les nouveaux appareils sont entièrement équipés de transistors et de diodes et ne comportent plus de tubes, en outre tous les circuits sont de sécurité intrinsèque.

A. Intercommunication pour locomotives de mines : installation comportant un poste fixe et une ou plusieurs stations mobiles (sur locos). L'émet-

teur principal est constitué par une boucle accrochée à la voûte des galeries, tandis que, sur les locomotives, on place une antenne-cadre à couplage inductif. Niveau de réception à peu près indépendant de la longueur de la boucle.

B. Intercommunication pour puits. Même disposition : la boucle se loge derrière les partibures, chaque cage ayant une antenne-cadre. Le machiniste peut parler à chacune des cages et vice-versa. Paroles et signaux sont à des fréquences différentes.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. F 11

Fiche n° 22.483

O. de CROMBRUGGHE et J. PATIGNY. Ventilation minière. Méthodes récentes pour l'étude des réseaux maillés. — *Bull. Technique de l'U.I.Lv.*, n° 3, 1958, p. 145/162, 12 fig.

Dans les sièges à ventilation isolée et en plateaux réguliers sans complication, les différents circuits de ventilation peuvent être considérés comme étant en parallèle ou en série et la détermination du débit total en fonction des débits partiels ne présente pas de difficultés. E. Dessalles a traité graphiquement le cas des circuits à ventilateurs en série ou en parallèle. Les aléas de l'exploitation font qu'il n'en est pas toujours ainsi, on rencontre assez souvent des réseaux maillés du type pont de Wheatstone. Ce cas se complique du fait que la perte de charge doit s'exprimer par la formule d'Alkinson : $H = -K/Q/Q$. On a un réseau du second degré. D. Scott et F. Hinsley ont traité le problème par approximations successives (Méthode de Cross). Pour supprimer les calculs, des machines analogiques diverses ont été mises au point aux Pays-Bas, en Angleterre, en Allemagne, en France. A. Houberechts a perfectionné le modèle français (de Frémiot et Chaumont) et plusieurs installations ont été réalisées en Belgique. L'article décrit la machine installée à Monceau-Fontaine et le principe de son fonctionnement. Une autre méthode consiste à porter les calculs de la méthode de Cross sur une ordinatrice électronique : l'I.B.M. 150 a notamment été utilisée par le premier des auteurs, avec d'autres ingénieurs du charbonnage et un ingénieur électronicien, à la société de Winterslag. Des détails sont donnés sur la façon de poser le problème et sur l'organigramme du calcul. Vue et quelques renseignements sur l'ordinateur et le fonctionnement de « ses mémoires ». Les itérations successives s'incrivent sur un assez grand nombre de cartes perforées, la machine qui est susceptible d'erreurs par suite d'influences magnétiques parasites possibles se contrôle elle-même. Seule une telle machine avec son allure ultra-rapide peut se permettre le nombre de calculs très élevé imposé par la mé-

thode de Cross. L'analogie et l'ordinateur ont chacun leur champ d'application, ce qui est discuté dans les conclusions.

IND. F 123

Fiche n° 21.874

R. STAHL. Auxiliary ventilation of continuous miner places. *La ventilation auxiliaire des chantiers avec mineur continu.* — *U.S. Bureau of Mines, R.I. 5414*, 1958, 16 p., 17 fig.

L'exploitation par mineur continu a accéléré considérablement les opérations d'abattage, mais il en résulte une libération de grisou plus importante d'autant plus que l'extraction se trouve plus concentrée et que les dimensions d'encombrement de la machine entravent le passage du courant d'air. Le Bureau of Mines a orienté la solution de ce problème vers l'emploi de ventilateurs auxiliaires, normalement prohibés dans les travaux du fond. Des essais pratiqués dans plusieurs charbonnages ont conduit à déterminer dans quelles conditions l'emploi de ventilateurs auxiliaires peut être approuvé et efficacement adopté. En général, une cloison en toile ne suffit pas à assurer la ventilation d'un chantier avec mineur continu. Les quantités de grisou libérées, souvent importantes, peuvent être efficacement balayées par une ligne de canars reliée à un ventilateur soufflant, mais il est utile de maintenir une certaine humidité à front pour ne pas augmenter la production de poussière : l'emploi du ventilateur aspirant, plus avantageux au point de vue des poussières, est généralement difficile parce qu'il exige de rapprocher l'ouverture des canars à 1,50 m maximum.

Une bonne solution consiste en un petit ventilateur soufflant faisant corps avec la machine, pourvu d'un court tuyau en Y soufflant sur le front des deux côtés de la machine. Le tuyau en Y permettrait au besoin de rendre le ventilateur aspirant. Pendant les arrêts de l'abattage et du ventilateur, des dispositions doivent être prises pour réaliser une circulation d'air au moyen de toiles ou de canars avec barrière.

IND. F 14

Fiche n° 21.893

J. DALY. Plastic ducts for mine ventilation. *Conduites en plastique pour aérage des mines.* — *Mining Congress Journal*, 1958, août, p. 92/93, 2 fig.

A la mine n° 1 de la Minerva Oil Co, Illinois, la ventilation du front a été améliorée par un ventilateur auxiliaire soufflant de 1,20 m avec canar en plastique de 1,35 m de diamètre et 600 m de longueur. Ces conduites ont été fabriquées à la mine même au moyen de feuilles de plastique cintrées sur des cerceaux en bois espacés de 1,20 m, attachés par des rubans de fibre d'acétate et des agrafes. Les canars sont faits en longueurs de 30 m et deux hommes peuvent en faire 45 m par poste. Le prix

de revient est assez bas et la mise en place ne présente pas de difficulté : 60 m placés par poste de 4 hommes. A l'usage, ces conduites ont tendance à se désassembler dans l'humidité, les joints collés au ruban adhésif se décollant. On a alors fabriqué des tubes de même diamètre sans assemblage longitudinal, par extrusion. Les cerceaux espacés de 2,40 m sont posés sur un mandrin de 3 m de longueur et le tube est fait en longueurs de 7,50 m par dessus les cerceaux. L'agrafage et le renforcement par ruban adhésif se font ensuite et les longueurs de 7,50 m sont enfin réunies pour faire des longueurs de 30 m.

La fabrication de ces conduites est encore plus économique que la précédente, le placement est aussi plus rapide et les résultats sont satisfaisants.

IND. F 25

Fiche n° 22.401

A. HARGRAVES. Instantaneous outbursts of coal and gas (Australie). *Dégagements instantanés de charbon et de gaz.* — **The Australian Institute of Mining and Metallurgy**, 1958, juin, 72 p., 18 fig.

Bien que ce ne soit pas la première fois, deux dégagements instantanés qui se sont produits en 1954 et ont fait des victimes ont particulièrement retenu l'attention publique. Il s'agit d'irruptions brusques de charbon en taille avec dégagement simultané d'une grande quantité de gaz : CH₄ ou CO₂. Les différents facteurs qui provoquent cet accident s'étendent depuis les facteurs externes, tels que les tensions dues à la profondeur et causes connexes, jusqu'aux facteurs internes tels que la contrainte du charbon et capacité de retenir les gaz (adsorption). Parmi les diverses régions où ils se produisent, le Gard dans le Sud de la France est affecté par des incidents particulièrement nombreux, alors que les coups de charge y sont plutôt rares. L'étude de ces facteurs a été entreprise sur le continent et aussi en Australie. Les procédés utilisés dans certaines contrées en vue d'accroître la sécurité des travaux sont fort empiriques, de même que les règles locales recommandées pour l'exploitation.

Les travaux allant en s'approfondissant, la multiplication de ces accidents est redoutée.

IND. F 40

Fiche n° 22.478

J. DELHAYE. Mechanisatie en hygiëne. *Mécanisation et hygiène.* — **Bull. Technique de l'U.I.Lv.**, n° 3, 1958, p. 74/81.

Des tableaux sur l'évolution de l'abattage mécanique et du personnel montrent que le travail a été fortement mécanisé dans les exploitations souterraines de Helchteren-Zolder.

La seconde partie de l'exposé a trait aux mesures qui sont appliquées pour assurer la santé du personnel. En taille : lances individuelles, havage hu-

mide et injection en veine. En travaux préparatoires : forage à injection d'eau, à capteur de poussières, utilisation de pulvérisateurs d'eau dans les canars, rideau d'eau durant le minage, arrosage des déblais et des parois. Autres moyens utilisés : masques anti-poussières, transport du personnel, solution de chlorure calcique pour les voies en récupération, lavage et chaulage des boueux.

La troisième partie donne les résultats d'une recherche effectuée à la hand-pump P R U dans les chantiers du charbonnage d'après la pratique établie par G. Degueldre (cf. f. 21.000 - F 441). On trouve de 600 à 1.000 particules de 1 à 5 μ par cm³, ce qui dénote une situation très satisfaisante.

La mécanisation diminue le nombre d'ouvriers exposés aux poussières et diminue leurs efforts physiques, simultanément la lutte contre les poussières réduit l'empoussiérement du lieu de travail. Ainsi, mécanisation et hygiène ne sont plus contradictoires à Helchteren-Zolder. L'exposé se termine par la description des moyens psychologiques utilisés.

IND. F 40 et F 120

Fiche n° 22.482

D. de BRAAF. Verband tussen ventilatie en hygiëne. *Relation entre la ventilation et l'hygiène.* — **Bull. Technique de l'U.I.Lv.** n° 3, 1958, p. 137/144, 12 fig.

Le climat de la mine et l'empoussiérement sont dans une certaine relation. Pour la détermination de l'empoussiérement, le « Stofinstituut van de Gezamenlijke Steenkolenmijnen in Limburg » aux Pays-Bas utilise deux méthodes. A chacune de ces méthodes correspond une classification des lieux de travail qui est exposée. Contre les poussières, aux Pays-Bas, on recourt à l'infusion d'eau dans le massif (69 % des chantiers) et les marteaux-piqueurs à pulvérisation sont de plus en plus utilisés. D'après la littérature technique, il existe, pour la vitesse de l'air, une limite supérieure et une inférieure. Pour caractériser le climat, l'auteur recommande la température effective américaine (basic scale d'après Yalow). Concernant la limite climatique physiologique, l'auteur signale une publication de Brüner fixant cette limite à 28° effectifs américains. Il y a quelques rares données sur la température effective à partir de laquelle le travail de l'homme normal commence à diminuer. Des améliorations peuvent être obtenues par un accroissement du débit d'air et par assèchement du chantier.

La poussière et le climat comportent ainsi pour la ventilation des exigences différentes, quelquefois contradictoires, entre lesquelles il faut adopter un compromis.

La ventilation dans le sens du transport favorise la lutte contre les poussières et le climat.

IND. F 410 et F 411

Fiche n° 22.477

M. ALEXIS. La lutte contre les poussières en taille. — *Bull. Technique de l'U.I.Lv.* n° 3, 1958, p. 63/73, 7 fig.

La lutte contre les poussières se présente sous trois aspects différents :

I. La prévention de la formation des poussières par injection d'eau en veine.

II. La suppression des poussières au moment de l'abattage par l'emploi de marteaux-piqueurs à pulvérisation d'eau et l'arrosage des fronts.

III. La lutte contre les poussières en suspension dans l'air et qui ont échappé aux deux moyens précédents.

I. A. Principes de la formation des poussières : emplacement des trous - écartement - profondeur - position du bourrage - pression - vitesse d'injection - quantité d'eau.

B. Exemple d'application de la méthode de prévention ; description du chantier - technique de l'injection en veine utilisée : injecteur Jérusel - pompe Hausherr - canne d'injection - organisation du travail et normes appliquées : choix du sens de progression de l'injection - distance entre trous - orientation des trous - durée de l'injection - contrôle de l'injection.

Résultats favorables obtenus.

II. Suppression des poussières à la formation : A. arrosage du front de taille ; B. Utilisation des marteaux-piqueurs à pulvérisation d'eau.

III. Lutte contre les poussières en suspension dans l'air sur le transport : 1) pulvérisateurs à eau seule ; 2) pulvérisateurs mixtes alimentés en eau et en air comprimé moins recommandables.

Tableau d'un certain nombre de pulvérisateurs signalés par l'Institut d'Hygiène des Mines. Cas des points de relais ou de chargement.

IND. F 411

Fiche n° 22.479

H. LAVALLEE. Etat actuel de la lutte contre les poussières en taille aux charbonnages de Houthalen. — *Bull. Technique de l'U.I.Lv.* n° 3, 1958, p. 83/94, 18 fig.

Le danger des poussières étant reconnu, les efforts pour le combattre sont nés de l'instinct naturel de défense et du devoir social. Il est naturel de penser d'abord à en empêcher la formation avant de les abattre. Les abondantes aspersions d'eau du début de la lutte contre les poussières sont restées sans résultat. A Houthalen, on a vite compris qu'on ne faisait ainsi que dégrader le climat et les terrains. Les marteaux-piqueurs à pulvérisation d'eau ont marqué une meilleure orientation, toutefois ils n'étaient pas bien vus des mineurs et l'emploi des machines d'abattage en réduit l'emploi. L'injection d'eau en veine a été un nouveau pas, mais à courte distance (une longueur d'allée) on a constaté qu'on

ne mouillait pas le charbon et qu'on humidifiait les terrains encaissants. Une étude était nécessaire, et pour la faire, on disposait d'une télésonde créée pour l'étude du mécanisme de libération du grisou. Cette télésonde est représentée. On a établi les courbes de téléinjection à pression constante, elles sont influencées par la surface enveloppe de la fissuration grossière en avant du front (à 8 ou 9 m). On a recherché ensuite le point optimum de téléinjectabilité, des centaines d'expériences ont conduit à établir un certain nombre de règles ; à Houthalen, ce point se situe généralement entre 3 ou 4 m. Deux équipes de 2 hommes suffisent pour téléinjecter une taille de 170 m, la quantité d'eau est fortement réduite par rapport à l'injection simple (souvent 10 fois). Dès 1953, elle a été généralisée pour toutes les tailles où le charbon est sec. On obtient un empoussiérage de moins de 400 ppcc de 1 à 5 μ et de 950 pour 0,5 à 5 μ . On ne s'en tient pas là ; à la suite des Anglais et après des constatations intéressantes sur l'infusion naturelle par les eaux des morts-terrains dans certains travaux, on se propose d'en étudier les conditions chaque fois qu'un tel chantier se présentera. Dès à présent, il semble que l'onde de charge en avant de la taille se vérifie, pratiquement pour une taille de 170 m, il suffirait de 2 trous de sonde de 20 m environ perpendiculaires au front et situés au quart inférieur et supérieur de la taille, débit d'eau minimum (environ 0,4 litre/min).

IND. F 440 et F 40

Fiche n° 22.476

F. REY. Les mesures d'empoussiérage dans les houillères françaises et l'état actuel des procédés techniques de lutte contre les poussières. — *Bull. Technique de l'U.I.Lv.* n° 3, 1958, p. 56/62.

Pour permettre de classer les chantiers du fond en fonction du danger de la silicose en France, on s'est efforcé de mettre au point un index conimatique en fonction de la teneur par cm^3 en poussières comprises entre 0,5 μ et 5 μ . Si C est ce nombre et t, la teneur en silice libre cristallisée de ces poussières :

$$i = 3,32 \log KLCt - 10,6$$
 où K et L sont des facteurs, fonctions croissantes de la ventilation pulmonaire et du pouvoir de rétention. Le comptage doit être fait par la méthode du filtre dans des conditions déterminées (pour la méthode de membranes à micropores, seule la constante 10,6 change et est remplacée environ par 8,9). Un indice $i < 5$ caractérise un chantier non silicogène, au-delà de 6 il est plus ou moins nocif.

Pour améliorer les conditions de travail, on cherche à généraliser l'infusion en veine. On distingue l'infusion à courte distance : perpendiculaire au massif et de longueur égale à l'avancement ; à moyenne distance (jusqu'à 8 m) et enfin l'infusion parallèle au massif pratiquée aux deux extrémités

de la taille par des trous (de 43 à 55 mm Ø) de 45 m en montant et 55 m en descendant, pratiqués 15 à 20 m en avant du front de taille. On utilise pour cela des perforatrices relativement puissantes (2 à 4 ch) montées sur glissières de 2 m et équipées de petites allonges de 1,50 m à vissage rapide.

Simultanément, tous les engins de creusement et d'abattage sont pourvus de flexibles pour injection d'eau.

Enfin, on pratique l'abattage des poussières aux points de chargement, de relais et autres lieux de production des poussières.

IND. F 440

Fiche n° 22.475

G. DEGUELDRE. Techniques de prélèvement, examen et analyse des poussières. — *Bull. Technique de l'U.I.Lv.* n° 3, 1958, p. 37/55, 21 fig.

I. A. L'auteur passe en revue les principales techniques de prélèvement, d'examen et d'analyse des poussières dangereuses, c'est-à-dire comprises entre 5 et 0,2 µ schisto-gréseuses et de charbon.

Appareils de prélèvement par filtrage : a) filtres solides : dé de Soxhlet - b) filtres solubles : appareil du Nord et Pas-de-Calais, appareil de Le Bouchet - c) filtres en papier : hand-pump P.R.U. - d) membranes cellulose millipores. Cellules de sédimentation : appareil d'Owens, cellule de Wright. Lavage par barbotage : Midget Impinger, Midget scrubber. Précipitation mécanique : conimètre, jet dust counter d'Owens, cascade. Précipitation impactor électrostatique : Cottrel. Précipitation thermique : théorie ; précipitateur thermique Casella. Appareils utilisant les propriétés optiques des poussières : tyndalloscope de Leitz.

B. Examen détaillé des poussières : pesée et granulométrie - dénombrement - courbes granulométriques - examen densitométrique.

C. Comparaison des techniques de prélèvement et d'examen.

II. Dosage de la silice dans les poussières.

A. Détermination de la silice totale.

B. Détermination de la silice libre.

IND. F 442

Fiche n° 21.881

M. LANDWEHR. Untersuchungen über die elektrostatische Aufladung von Staub in Bergwerksbetrieben. *Etude de la charge électrostatique des poussières dans les exploitations minières.* — *Staub*, 1958, 1^{er} septembre, p. 269/279, 23 fig.

La C.E.C.A. a posé en 1956, à l'Institut de Bochum, le problème « nature et influence de la charge électrostatique des poussières des mines en vue de la recherche médicale sur leur effet sur l'organisme, notamment pour les pneumoconioses ». L'Institut fit effectuer des recherches à Clausthal par Porschke, qui en fit le sujet de sa thèse. L'article comprend des extraits de cette thèse et des résultats obtenus à l'Institut, ainsi que dans de

nombreuses houillères de la Ruhr et des mines de fer. Description du Statomètre qui, grâce à une émission de rayons alpha, ionise l'atmosphère ; les particules chargées influent sur le champ. Cet appareil ne peut indiquer que la résultante des charges positives et négatives de ces particules. On a mis au point un polarimètre qui permet de séparer les particules selon la nature et l'intensité de leur charge ; à l'aide de ces appareils, on peut avoir un tableau de la charge des échantillons de poussière captés sur les plaques du condensateur - et notamment le pourcentage des particules chargées positivement et des particules chargées négativement, ainsi que leur répartition granulométrique, tant pour le charbon ou le minerai que pour le stérile : exemples obtenus. On a ainsi observé une certaine loi de distribution des charges selon la nature des minéraux : le quartz est presque exclusivement négatif, les carbonates et le charbon sont surtout positifs. Les silicates, feldspaths, micas sont en majorité chargés négativement, les minéraux alumineux sont assez indifférents et leur charge positive ou négative est faible.

La vitesse accroît la charge par les frottements qu'elle provoque. Il semble donc que les minéraux qu'on pense plus dangereux au point de vue silicose sont surtout négatifs.

(Résumé Cerchar Paris).

IND. F 443

Fiche n° 21.957

R. SCHLIEPHAKE. Beitrag zur quantitativen röntgenographischen Mineralbestimmung in Grubenstäuben. *Contribution à la détermination quantitative par radiographie des parties minérales dans les poussières des mines.* — *Bergbau Archiv.* n° 1-2, 1958, p. 113/128, 26 fig.

Dans la première partie, il est traité des bases théoriques des principaux procédés radiographiques de détermination quantitative des principaux constituants des assemblages cristallins et de leur utilisation pratique. Les meilleures conditions de mesure sont déterminées en tenant compte du temps mort du tube de comptage, de la constante de temps et du réglage de sensibilité de l'engin de rayonnement, ainsi que de la vitesse angulaire du tube de comptage dans la zone d'interférence. Dans la seconde partie, on décrit la préparation des échantillons et la préparation avec ou sans sciure de bois. La dernière partie traite de l'application aux poussières de la mine et des limites du procédé dans le domaine quantitatif.

IND. F 50 et F 53

Fiche n° 22.481

A. HOUBERECHTS. Le climat souterrain et la réfrigération de l'air de ventilation des mines. — *Bull. Technique de l'U.I.Lv.* n° 3, 1958, p. 105/135, 19 fig.

Les caractéristiques thermiques de notre gisement : la Belgique vient en tête avec une puissance

frigorifique de plus de 9 millions de frig/h, réparties entre 3 charbonnages : Zwartberg, Rieu du Cœur, André Dumont. Evolution thermique de l'air de ventilation dans la mine : si on admet qu'à la surface, la température de l'atmosphère varie suivant une sinusoïde dont l'amplitude est de 10° C, le minimum, 0°, le 15 janvier et le maximum, 20° C, le 15 juillet ; on peut montrer mathématiquement que cette variation de sinusoïde se retrouve en chaque point de la veine d'air avec une amplitude décroissante et un déphasage croissant. Le terrain dégagant de la chaleur intervient pour modifier cette allure ; son influence s'étudie au moyen des courbes psychrométriques. L'auteur se propose d'utiliser les machines de l'I.B.M. pour en publier de plus perfectionnées et valables pour toutes les pressions.

Les climats permettant le travail humain. En Belgique, on admet que la durée du travail peut rester normale tant que l'on a : $0,9 t_h + 0,1 t_s \leq 31$.

Le climat et la ventilation. L'auteur a mis au point une machine analogique qui facilite le calcul des réseaux de ventilation.

Le refroidissement de l'air des chantiers d'abatage - théorie sur la réfrigération. Les machines frigorifiques : théorie.

Les installations avec machines frigorifiques au fond - Les installations de surface.

Le refroidissement du courant de ventilation total.

La réfrigération des travaux préparatoires - Conclusions - Bibliographie.

IND. F 53

Fiche n° 22.529

M. BARCZA. The ventilation of gold mines in South Africa. Achievements of the past and problems of today. *La ventilation dans les mines d'or d'Afrique du Sud. Réalisations passées et problèmes actuels.* — *Journal of the South African Inst. of Mining and Metallurgy*, 1958, août, p. 25/37.

Historique de la question de la ventilation dans les mines sud-africaines. Examen des problèmes actuels et futurs de la ventilation en tenant compte du grisou qui se rencontre parfois dans les mines d'or, de la poussière qui donne lieu à des mesures de prévention contre la silicose, et de la chaleur qui est particulièrement gênante dans les profondeurs qui atteignent 3.300 m. Le coût de la ventilation représente actuellement 4 % du total du prix de revient (19,25 F/t de roche), à 3.600 m il atteindra 24,50 F. L'auteur s'étend plus particulièrement sur les méthodes de refroidissement de l'air et leur application. La ventilation des fronts de taille doit concilier les considérations de température, de degré d'humidité, de vitesse admissible du courant d'air et de son volume. L'avancement du front et sa longueur sont aussi des données du problème. L'auteur envisage les différents facteurs du point de vue des mines sud-africaines et donne une idée du prix de

revient de la ventilation dans un cas concret. Il indique finalement dans quelle direction il y a lieu de pousser les études relatives aux tendances de la ventilation dans le futur : accroissement des avancements des chantiers et meilleure compréhension du phénomène de dégagement de la chaleur des terrains, ce qui permettra d'approprier les machines frigorifiques aux nécessités locales.

IND. F 61

Fiche n° 21.990

P. VAN NATTER. Fire protection system, Allen coal mine, Colorado Fuel and Iron Corporation, Stonewall (P.O. Weston) las Animas County, Colorado. *La méthode de protection contre les incendies du charbonnage Allen (Colorado).* — *U.S. Bureau of Mines Inf., Circ. 7852*, 1958, 23 p., 15 fig.

Le charbonnage Allen ouvert en 1951 est exploité par deux tunnels inclinés, une galerie et un petit puits. 560 hommes produisent par jour 3.390 t. Couche de 1,70 m, pente de 1 à 25°, grisouteuse. Exploitation par chambres et piliers.

Les mesures contre les incendies consistent en l'installation de 4 réservoirs d'eau de 262,8 m³ chacun, deux à chaque entrée de tunnel, à remplissage automatique. L'eau est amenée sous pression par tuyauteries au fond et aux bâtiments de surface. Des manches flexibles s'adaptent aux tuyauteries. Elles sont enroulées sur bobines en longueurs de 150 m et tenues prêtes en 3 endroits bien choisis du fond. Deux machines à projeter sous pression de la poussière de schiste sont également tenues prêtes en bonne place avec 25 t de poussière en réserve. Enfin des extincteurs portatifs sont disposés à divers endroits du fond et de la surface. Un service d'inspection contrôle régulièrement l'équipement et fournit un rapport trimestriel. Les courroies de convoyeurs ont été munies d'installations d'arrêt des incendies : leurs entrées sont isolées par des barrières en matériaux incombustibles qui peuvent être fermées hermétiquement.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES CHARBONS

IND. I 0135

Fiche n° 21.886

X. Maesteg coal preparation plant. Central washery for colliery group. *L'atelier de préparation de Maesteg. Lavoir central pour un groupe de quatre mines.* — *Iron and Coal T.R.*, 1958, septembre, p. 557/559, 2 fig.

Atelier de préparation basé sur le procédé Chance. Alimentation variée entre 7 et 23 % C. Tous charbons semi-bitumineux, quelques-uns étant cokéfiables. Qualité domestique. Les fractions granulométriques intermédiaires doivent être obligatoirement épurées. Les plus gros nécessitent un épierrage manuel. Les plus fins fournissent un produit com-

mercial par simple tamisage. Actuellement, la séparation se fait respectivement à 200 mm et à 38 mm. Le cône Chance traite le 38-200 mm avec possibilité de faire varier la densité du bain et de prélever des mixtes. Les plus gros que 200 mm peuvent être chargés après épierage ou concassage pour être traités. Le brut est déchargé de wagons jaugeant 8 à 24,5 t ; il est pesé avant d'être culbuté dans un silo d'où il est repris au débit de 250 t/h. Le lavoir travaille pendant 2 postes et traite 3.600 à 4.000 t brutes/j. Cinq hommes suffisent à chaque poste : 2 au lavage, 1 au chargement, 2 à l'épierrement. L'installation fonctionne depuis mars 1957 et les garanties de lavage sont respectées.

IND. I 35

Fiche n° 21.982

A. JOWETT. The influence of the adsorption of frothing agent on the percentage recovery of coal from flotation pulps (with discussion). *L'influence de l'adsorption de réactif de flottation sur le rendement de la flottation de charbon (avec discussion)*. — *Journal of the Institute of Fuel*, 1958, juillet, p. 308/318, 4 fig.

L'auteur admet que le pourcentage de mousse de charbon varie en fonction directe de la concentration initiale en moussant. Pour une concentration donnée de moussant, le pourcentage de mousse diminue quand le temps de conditionnement augmente. Pour une valeur critique de la mise de réactif, le temps de conditionnement ne joue aucun rôle (1,21 lb/t acide crésylique dans l'exemple choisi). Pour des valeurs inférieures, le rendement peut tomber par exemple de 72 % (conditionnement nul) à 21 % (20 min de conditionnement). Les opérations à rendement moyen (60 %) sont plus affectées que les opérations à rendement élevé (80 %). Un conditionnement prolongé est surtout nuisible quand on traite des pulpes concentrées. Pour une forte mise de réactif et un temps de conditionnement nul, le rendement est maximum et indépendant de la concentration en réactif. Cela signifie que le rendement est proportionnel à la concentration en moussant en g/litres d'eau (approximativement en g/litres de pulpe) et non proportionnel à la concentration en g par unité de poids du charbon. On ne peut corriger l'effet néfaste du conditionnement que par une addition initiale d'un surplus de réactif.

Il est noté que les conclusions valent pour un charbon bitumineux de Nouvelle Galles du Sud.

Discussion : On cherche à réduire l'adsorption de phénol sur le charbon par l'emploi de film d'huile ou l'emploi de moussants à grosses molécules. Il existe une concentration maximum de réactif moussant au-delà de laquelle la mousse et souillée par une proportion toujours plus forte de matériaux qui devraient être rejetés. L'adsorption par les différents macéraux du charbon devrait être étudiée (Leeds a commencé). Bien des propriétés fonda-

mentales de la houille sont encore mal connues, ce qui entrave les progrès de la technique de l'épuration.

IND. I 61

Fiche n° 21.898

A. DAVIS, D. HALL et R. TOMLINSON. Methods of testing automatic coal samplers. *Méthodes de contrôle des échantillonneurs automatiques de charbon*. — *Journal of the Inst. of Fuel*, 1958, septembre, Vol. XXXI, n° 212, p. 406/413, 4 fig.

Guide pratique pour le contrôle des échantillonneurs automatiques. Exposé des principes directeurs des essais de contrôle. Trois méthodes ont été employées pour vérifier la précision de l'échantillonnage continu. La première consiste à arrêter la bande transporteuse et à prélever un échantillon à l'arrêt. La deuxième consiste à faire des prélèvements au point de déversement pendant le fonctionnement normal. La troisième méthode exige que l'on dispose d'un convoyeur d'essai sur lequel on fait défiler un lit de produit de composition connue (mélange granulométrique préparé). Trois points essentiels pour augmenter la précision d'échantillonnage : uniformité du mouvement de l'échantillonneur ; uniformité de la répartition du produit sur le transporteur ; ajustement correct de l'appareil de prélèvement.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE.

IND. J 17

Fiche n° 22.458

X. Flow of coal from bins. *L'écoulement des charbons en trémies*. — *Colliery Guardian*, 1958, 9 octobre, p. 446/449, 3 fig.

Compte rendu des essais effectués par le laboratoire B.C.R. à Columbus (Ohio). Le silo était constitué d'un cylindre de 92 cm de diamètre et 1,22 m de hauteur, auquel on pouvait boulonner d'autres éléments cylindriques ou tronconiques pour réaliser des trémies à écoulement vertical, à 75, 60 et 45°, on avait ainsi 5 types d'ouvertures de 20 cm à 76 cm de diamètre. La surface intérieure de la tôle était brute et la rugosité s'est accrue par la rouille et le fin charbon adhérent. Le circuit du charbon était assuré par des sauterelles. On disposait d'un silo de 2 t pour l'emmagasinage du charbon. Le charbon était arrosé sur les convoyeurs et le silo de réserve était fermé par un couvercle pour maintenir une humidité constante (vue de la trémie tronconique). Différentes grosseurs et sortes de charbons ont été essayées. Après 150 essais, on pouvait conclure que l'écoulement était peu régulier à cause de la formation d'un noyau central provoquant des pressions irrégulières sur les parois et des blocages. Après des essais divers sans résultat, on s'est bien trouvé d'un double cône, le supérieur ayant un angle au sommet de 60° et l'inférieur de

30° parallèle à la paroi et laissant un passage de 20 cm tout autour. Le double cône est relevé de 20 cm entre son plus grand diamètre et celui de la trémie. On y a fait passer du charbon de 0 à 6,5 mm et 12 % d'eau à des allures de 1.100 kg/min à travers une ouverture de 20 cm sans blocage. De meilleurs résultats ont été obtenus encore en portant l'angle au sommet de la trémie à 30° et celui du cône renversé à 26° : humidité superficielle du charbon 15 %. L'emploi d'acier inoxydable est avantageux pour le cône renversé. On étudie actuellement les trémies rectangulaires.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 1121 et B 425

Fiche n° 21.840

G. HURST. The Lorraine coalfield. *Le bassin houiller de Lorraine*. — *Colliery Engineering*, 1958, septembre, p. 374/381, 11 fig., et octobre, p. 445/450, 4 fig.

Le charbonnage de Merlebach extrait par un seul puits 15 à 16.000 t brutes, extraction entièrement automatique.

Gisement fortement plissé en dressant et recouvert de morts-terrains très aquifères. Deux niveaux d'extraction : 545 et 686 m. Réserves 240.000 t par mètre d'approfondissement.

La méthode d'exploitation comprend une division des couches en panneaux avec deux tailles prises ensemble par couche.

Tranches horizontales prises en montant avec remblayage hydraulique. Un tubage en tôle est laissé dans le remblai, de 1,70 m de Ø et 1,324 m de hauteur, pour servir de cheminée de descente du charbon dans la moitié inférieure de sa section et de passage de service (personnel, conduites, etc) dans la moitié supérieure.

Chacun de ces tubages sert de dégagement à une taille occupant 2 ou 3 hommes de chaque côté et déverse sur un convoyeur installé dans la recoupe de la galerie d'accès en travers-bancs.

La méthode d'exploitation varie suivant l'épaisseur de la couche, sa dureté et son inclinaison. Trois variantes sont utilisées : l'ancienne méthode, la méthode Carrier et la méthode Jarrige dans lesquelles le système de soutènement, le remblayage et l'organisation du travail à front sont adaptés aux conditions de gisement et d'exploitation.

L'abatage se fait au marteau-piqueur.

Le charbonnage de Merlebach a atteint un rendement par journée d'ouvrier à front de 7,6 t et 3,5 t par journée d'ouvrier du fond. Les meilleurs rendements en Angleterre sont respectivement voisins de 4 et 2 t.

Les importantes venues d'eau du Trias atteignent 40.000 m³/jour et nécessitent de puissantes installations d'exhaure. Un quart environ est utilisé pour le remblayage hydraulique au sable. La con-

sommation de bois est élevée, atteignant 28 dm³ par t extraite.

Les installations de recettes à la surface et au fond sont remarquablement conçues et organisées, ainsi que le transport. Les résultats records obtenus à Merlebach pourraient inciter à appliquer les mêmes méthodes à certaines exploitations anglaises qui se trouvent dans des conditions plus ou moins analogues.

IND. Q 1132

Fiche n° 22.460

A. LOMAS. Mining and engineering developments at Lee Hall colliery. Evolution of a large new mine. *Exploitation et construction modernisées au charbonnage de Lee Hall. Evolution d'un nouveau grand charbonnage*. — *Iron and Coal T.R.*, 1958, 3 octobre, p. 783/795, 12 fig., et 10 octobre, p. 847/857, 8 fig.

Le bassin houiller de Cannock Chase, West Midlands contient des réserves de charbon domestique ou pour chaudières (non cokéfiable), évaluées à 150 millions de t à profondeur moyenne, en plateaux, avec plusieurs failles. De nouvelles installations doivent remplacer des charbonnages qui fermeront. On compte au cours des prochaines années concentrer une exploitation de 5 millions de t par an sur 8 charbonnages avec 18 puits. Pour le premier de ces charbonnages, celui de Lee Hall, les puits à creuser par congélation doivent traverser 180 m de morts-terrains aquifères. Des études préalables très poussées ont eu pour objet le problème de la main-d'œuvre nécessaire et le choix de l'emplacement des installations. Les plans de surface ont été établis en vue d'une extraction de 1.000 t par jour et par mille carré (400 t/km²), soit par puits environ 7.000 t/jour avec 3.000 ouvriers. L'installation de bains est conçue en trois unités, chacune pour 1.000 hommes. La lampisterie est prévue pour 2.400 lampes et éventuellement 3.200. Le plan des bureaux est établi, ainsi que la centrale à air comprimé pour 560 à 670 m³ d'air aspiré/minute, à fournir par turbo-compresseur installé à la surface. Ventilateur radial 1.400 ch prévu pour fournir un débit initial de 75 m³/sec à 13 mm de hauteur d'eau, pouvant atteindre en fin d'exploitation 300 m³/sec à 380 mm. Le bâtiment d'extraction doit couvrir les deux puits d'entrée et sortie, le premier avec deux machines pour extraire chacune 276 t/h à respectivement 310 et 430 m et le second avec une machine pour extraire jusqu'à 520 m (pierres et service). Berlins de 3 t de charbon (6 t de pierres).

Description des installations de préparation et de transport. Elles sont conçues pour traiter une partie de charbon importé de l'extérieur et pour satisfaire à des exigences de qualité très étendues. Elles se complètent par des installations de broyage des schistes servant au remblayage pneumatique dans les parties de la concession sous la rivière Trent, des installations de mélange, d'échantillonnage et

de pesage. On mentionne les autres services et bâtiments de surface : chaudières, drainage, magasins d'explosifs, aqueducs, etc. On décrit l'équipement des puits et des recettes et de leurs abords, l'équipement des puits intérieurs, les dispositions de transport.

L'auteur termine par des considérations sur les avantages et les inconvénients respectifs des deux méthodes pour entreprendre la construction d'un nouveau charbonnage : ou bien pousser en avant le fonçage des puits et des préparatoires avec des installations provisoires de surface, ou bien monter les installations définitives de surface et en profiter pour le fonçage des puits.

IND. Q 1142

Fiche n° 21.884

E. ANDERHEGGEN. Friedrich Heinrich Colliery. *Le charbonnage de Friedrich Heinrich.* — *Iron and Coal T.R.*, 1958, 5 septembre, p. 567/568.

Le programme d'accroissement général de la production en Allemagne comporte, pour le charbonnage de Friedrich Heinrich, une production portée à 5 millions de t par an. On prévoit : l'exploitation d'un nouvel étage de 450 à 600 m (charbon à coke) ; l'organisation du transport souterrain sans porte entravant le trafic et sans détacher les wagonnets des locomotives, sans pente et sans évitement. Wagonnets de 4 et 5 t et locomotives à trolley. Installation nouvelle de skips au puits principal, avec installation de culbuteurs à rouleaux qui laissent passer les locomotives avec poussoir électrique. Ces installations permettent le trafic continu.

Une installation de concassage pour pierres avec trémie d'emmagasinage est reliée au système de voies du fond. La mécanisation de l'abattage est presque réalisée à 100 %. Il y a 14 tailles actives et 6 en réserve. Les rabots donnent un rendement de 8 à 10 t par ouvrier à front et, quand le charbon est dur, on emploie des haveuses à disques. On obtient dans des couches minces de 0,55 m d'ouverture, des productions de 600 t nettes avec 5 t de rendement par ouvrier à front. On emploie le soutènement marchant hydraulique sans liaison avec le convoyeur, mais on envisage de solidariser les déplacements des deux engins. Des 14 tailles en exploitation, 6 le sont avec foudroyage, 6 avec remblayage pneumatique et 2 avec remblais en épis. Le foudroyage se pratique dans les couches de moins de 1,20 m.

IND. Q 31

Fiche n° 22.516

J. MINEUR. Notre problème charbonnier. — *Revue du Conseil Economique Wallon*, 1958, juillet-août, p. 7/24.

Exposé de la situation de l'industrie charbonnière belge : caractéristiques techniques de l'exploitation et aspect économique, social et commercial. Cas des

charbonnages marginaux : considérations de principe ; relativité de la marginalité. Quelques éléments de solution : les programmes de redressement comportent des investissements échelonnés jusqu'à 1962 et un montant d'environ 5 milliards dont 3,5 déjà dépensés. Concentrations, standardisation, recherche appliquée, lutte contre l'absentéisme, réforme de la fiscalité, réorganisation financière. Valorisation des charbons demi-gras. Les subsides alloués par l'Etat sont de 76,90 F, alors que la perte est de 150 F/t à la production pour les charbonnages marginaux, mais l'Etat évite le paiement de 187 F d'indemnité de chômage (rapportée à la tonne) et une moins-value de recettes de 113 F. Il y a donc avantage à continuer le système actuel à moins que l'on ne réussisse à résoudre le difficile problème de la reconversion de la main-d'œuvre.

IND. Q 32

Fiche n° 21.918

J. BOWMAN. Coal and the consumer. *Charbon et consommateur.* — *Colliery Guardian*, 1958, 11 septembre, p. 323/325. - *Iron and Coal T.R.*, 1958, 12 septembre, p. 597/598.

L'année qui s'achève a vu se produire un grand changement dans l'industrie charbonnière : pendant des années on s'était efforcé de satisfaire à une demande insatiable, actuellement on se dispute le marché international pour écouler la production.

Malgré les difficultés, en 1951 le N.C.B. avait produit 209,5 millions de t et le rendement annuel avait atteint 304 t. Depuis lors, malgré modernisations et mécanisations, la production n'a cessé de décroître. Dès 1957, la demande nationale est diminuée de 5 millions de t, alors qu'on s'attendait à un accroissement de 2 à 3 millions de t ; cette année, on s'attend à une baisse de 8 millions de t. La situation est analogue sur le continent où les importateurs de charbon américain ont des contrats à exécuter. Sur le marché anglais, on a à compter avec un ralentissement des autres industries, mais aussi avec la concurrence du pétrole. De 1953 à 1957, son emploi s'est accru d'une quantité correspondant à 7,5 millions de t de charbon. Il y a quelques années, alors qu'on devait importer du charbon cher, le Gouvernement a demandé au Comité Central de l'Electricité de faire des contrats avec des compagnies pétrolières. Le programme prévoit une consommation de l'équivalent de 9 millions de t de charbon en 1965. Vu la situation, on a pu ramener ce chiffre à 6 millions. Il n'en reste pas moins qu'il est essentiel d'élever le rendement et la productivité de l'industrie charbonnière pour maintenir son pouvoir compétitif. Pour faire face à la situation immédiate, le N.C.B. a pris un certain nombre de mesures provisoires. Cessation du travail le samedi, contrôle national du recrutement, arrêt d'un nombre limité de travaux peu économiques.

On a reproché au N.C.B. de ne pas liquider le stock à prix réduit, mais ce stock est constitué de menu et, si on le solde à trop bas prix, le standard de vie peut en souffrir. On nous a aussi reproché de tenter de le liquider sur le marché international en dessous du prix national, tout en cherchant à rentrer en concurrence, le Board veut le faire honnêtement, sans dumping. Le prix sur le marché intérieur est d'ailleurs raisonnable.

En résumé, la situation est sérieuse sans être désespérée.

IND. Q 32

Fiche n° 22.454

H. BLOSER. Englands Steinkohlenbergbau. Zersplitterung durch vernünftige Organisation überwunden. *L'industrie charbonnière anglaise. La dispersion vaincue par une organisation adéquate.* — Bergbau Rundschau, 1958, septembre, p. 536/541.

L'auteur expose ses conceptions sur le sujet. En 1924, il y avait 2481 mines en exploitation appartenant à 1.400 sociétés indépendantes. En 1947, il restait encore 1.600 mines, parmi celles-ci, environ 500 petites mines occupant moins de 30 ouvriers ont été laissées à leurs propriétaires. Les 1.100 autres ont été nationalisées et, en 1955, il en restait 860. Pour 1965, on se propose de ramener ce nombre à 550 ou 600. La nationalisation n'est pas un hydrocéphale : la commission d'investigation, créée à ce sujet en 1955, a trouvé que 40.000 employés pour 705.000 ouvriers n'était pas exagéré, en 1957 il y a 57.000 employés pour 710.000 ouvriers. Le climat dans la mine pourrait être meilleur, les salaires ont été augmentés, on a créé des cantines, parmi les ouvriers dans 728 mines, on compte 95 % d'ouvriers qui se lavent. Cependant le service de santé est établi à grande échelle et il y a une société d'habitations à bon marché. Le pourcentage d'absents est resté haut, il était de 6,4 % en 1939, en 1946 il s'est élevé jusqu'à 16 %, en 1950 il est tombé à 11,9 % ; il est 12,9 % en 1956 et 13,8 % en 1957. On se demande si la politique du ministre est sage ; jusqu'en 1957, le résultat de l'opération se chiffre par 24,6 millions de livres de déficit (30 milliards de FB) ; en 1955, l'index du prix du charbon était à

372 par rapport à 1938, l'index des autres marchandises étant à 331. A part ces aspects intérieurs peu favorables, sur le plan international, la comparaison des rendements est à l'avantage de l'Angleterre (sauf aux E.U. : 8,42 t). En effet, en Angleterre, le rendement général en 1954 = 1.250 kg/h.poste contre 1.126 dans la Ruhr, 840 en Belgique, 988 en France et 967 en Hollande.

P. RECHERCHES - DOCUMENTATION

IND. R 114

Fiche n° 21.946

W. REERINK et G. FEHLEMANN. Die neue Forschungsanstalt des Steinkohlenbergbaus. *La nouvelle station de recherches de la S.K.B.V.* — Glückauf, 1958, 27 septembre, p. 1430/1445, 21 fig., 2 pl.

Aperçu sur la Communauté de Recherches de l'industrie charbonnière allemande et sur le plan qu'elle a élaboré pour son institut de recherches : maquette des installations, une surface de 50.000 m² est réservée vers l'est par la ville d'Essen pour les extensions futures. Outre le bâtiment central avec bureaux de direction et d'administration, bibliothèque, section des brevets, bureau de construction et cantine, il y a :

un institut de chimie - un institut de physique des halls pour :

a) ateliers et essais - b) technique minière et lutte contre les poussières - c) technique sur la chimie du charbon - d) technique de l'enrichissement thermique - e) technique de l'enrichissement en propriétés mécaniques - f) bureaux des ingénieurs et techniciens travaillant dans ces halls - g) services annexes et sanitaires.

Centrale d'énergie avec chauffage central, station de réglage des transfos et distribution de gaz.

Bâtiments auxiliaires tels que conciergerie, garages.

Laboratoire des isotopes et labo des hautes pressions.

Bureau de l'analogie pour la ventilation prévu pour s'annexer un service de climatisation.

Organigramme sous forme de tableau.

Bibliographie

CHARBONNAGES DE MONCEAU-FONTAINE. — Etude sommaire de la stabilité du personnel ouvrier aux Charbonnages de Monceau-Fontaine. Service des Affaires sociales. 1958, août, 68 p., 7 fig., 21 x 27 cm.

Dans cet ouvrage, très intéressant, le Service des Affaires sociales s'appuie sur les données théoriques modernes du calcul statistique pour ausculter la stabilité du personnel à la société de Monceau-Fontaine.

Ainsi qu'il est noté dans les préliminaires, la documentation ne permet pas d'établir la relation entre le phénomène et les causes individuelles ou collectives, on doit rester dans le domaine statistique. L'étude a exigé cependant le recours à des sources différentes, le dépouillement d'un grand nombre de fiches particulières et des extrapolations assez difficiles.

La stabilité du personnel est une notion générale: est stable un personnel qui ne se renouvelle pas. Le renouvellement ou « rotation » du personnel s'exprime par un indice conventionnel, il ne caractérise qu'imparfaitement la stabilité du personnel car il ne tient pas compte de la partie stable du personnel. La stabilité est importante à de nombreux points de vue : embauche, sélection, formation, politique d'exploitation et de personnel. Une source d'imperfection provient de ce qu'il existe des entrées et des sorties administratives engendrées par des absences prolongées et non effectives dont il a été tenu compte.

L'ouvrage débute par les données globales, pour l'année 1957, concernant les mouvements du personnel : mouvement absolu des effectifs, intervalle de « non présence » par siège traduit en graphique. On passe à l'analyse de variance d'où on conclut que les différents sièges de la société ne font pas partie d'un « univers commun », on est contraint d'analyser par siège.

Toujours en s'appuyant sur le calcul statistique on aborde successivement les notions de personnel stable — d'instabilité du personnel — de rotation du personnel. Approche du problème de la stabilité en moyenne et longue période. Esquisse de statistique de relation en matière de stabilité. En appendice une comparaison entre les résultats obtenus pour la moyenne des sièges et pour un siège en particulier (le N° 4) permet de conclure que les ordres

de grandeur estimés se vérifient et que dès lors se confirme la validité des formules utilisées.

O.E.C.E. — Captage et utilisation du méthane des charbonnages (évolution depuis 1956) décembre 1958 — 122 p. - in-8° - 350 FF — 2, rue André-Pascal, Paris 16^e.

Du 10 mai au 4 juin 1954, la Mission n° 163 de l'O.E.C.E. a étudié le captage et la valorisation du grisou dans divers bassins européens. Elle était composée d'experts d'Allemagne, Belgique, France, Sarre, Italie, Royaume-Uni, Turquie et Etats-Unis.

Elle a étudié les divers procédés de captage pratiqués au Royaume-Uni, en Belgique, en Allemagne, en France et en Sarre. Elle a étudié également les divers procédés d'utilisation du grisou dans ces divers bassins et du gaz naturel dans l'Italie du Nord.

Un premier rapport a été publié en janvier 1956. Il concerne les points suivants :

- Historique et évolution du captage du grisou ;
- Etat actuel des méthodes de captage ;
- Le forage en terrain dur ;
- L'appareillage de contrôle des installations de captage ;
- La statistique de l'évolution du captage en Europe occidentale ;
- L'avenir du captage et son étude scientifique ;
- L'utilisation du grisou comme gaz de ville ;
- Les utilisations industrielles du grisou ;
- Les utilisations chimiques du grisou ;
- Le transport du grisou ;
- Conclusions.

Les experts ont continué à collaborer en vue de suivre le développement de la technique du captage et de l'utilisation dans les divers pays.

Un nouveau rapport formant la suite du précédent a été publié en décembre 1958. Il comporte des articles relatifs aux matières ci-après :

- Progrès récents en matière de captage et de valorisation du grisou en Belgique ;
- Perfectionnements aux méthodes de sondage et des techniques de captage employés en Belgique ;
- Indication des débits de grisou capté en France en 1956-1957 ;
- Evolution du captage et de l'utilisation du grisou en Sarre ;

- Progrès réalisés récemment en Grande-Bretagne dans le captage et l'utilisation du grisou ;
- Calculs préalables du dégagement de grisou dans les chantiers d'exploitation en Allemagne ;
- Renseignements recueillis à la mine expérimentale polonaise Barbara sur les prévisions du débit de grisou ;
- Le captage du grisou à la mine Victoria-Lünen en Allemagne.

INSTITUT BELGE DE NORMALISATION

Catalogue.

L'Institut Belge de Normalisation vient de publier une nouvelle édition de son Catalogue.

Cette édition au format A 4 (210 × 297) comprend essentiellement trois parties : un répertoire systématique, un répertoire numérique et un répertoire alphabétique.

Pour la première fois, ce Catalogue a été complété par l'indication des publications établies par l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), la Commission Internationale de Réglementation en vue de l'Application de l'Équipement Électrique (CEE), la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) et de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier.

Le Catalogue (qui est bilingue) peut être obtenu au prix de 150 F, franco de port contre paiement

préalable au compte postal n° 633.10 de l'Institut Belge de Normalisation.

Le montant de la commande devra comprendre la taxe de transmission si celle-ci est due.

BELGISCH INSTITUUT VOOR NORMALISATIE

Catalogus.

Het Belgisch Instituut voor Normalisatie publiceerde zopas een nieuwe uitgave van zijn Catalogus.

Deze uitgave van het formaat A 4 (210 × 297) omvat essentieel drie delen : een systematisch repertorium, een numeriek repertorium en een alfabetisch repertorium.

Voor de eerste maal werd deze catalogus aangevuld met de aanduiding van de publicaties opgesteld door de Organisation Internationale de Normalisation (ISO), de Commission Internationale de Réglementation en vue de l'Application de l'Équipement Électrique (CEE), de Commission Electrotechnique Internationale (CEI) en de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal.

De Catalogues (die tweetalig is) is verkrijgbaar tegen de prijs van 150 F, portvrij tegen voorafgaande betaling op postrekening n° 633.10 van het Belgisch Instituut voor Normalisatie.

Het bedrag van de bestelling moet de overdrachtstaks bevatten indien deze verschuldigd is.

Communiqués

La CECA et la sécurité dans les mines et la sidérurgie.

A. — Après consultation du Comité Consultatif et sur avis conforme du Conseil spécial de Ministres, la Haute Autorité a décidé, au cours de sa séance du 5 décembre 1957, d'affecter, au titre de l'art. 55, chiffre 2 c, du Traité, une aide financière de trois millions d'unités de compte, à utiliser au cours d'une période de 4 années, à des travaux d'études et de recherches concernant :

- la lutte contre les poussières dans les mines de charbon, les mines de fer et les usines sidérurgiques ;
- les « facteurs humains » qui influencent la sécurité du travail ;
- la réadaptation des victimes d'accidents du travail et de maladies professionnelles.

B. — Pour définir son action dans le domaine des facteurs humains en relation avec la sécurité, la Haute Autorité a recueilli les avis des commissions consultatives compétentes, lesquelles ont procédé à une revue générale des problèmes posés par l'intervention des facteurs humains dans la sécurité et, afin d'éviter la dispersion des efforts, ont finalement conseillé à la Haute Autorité, pour la première année de travail :

- d'encourager, par l'octroi de subventions, des recherches concernant :
 - la sélection et la formation du personnel
 - les moyens de protection individuelle ;
- de poursuivre des études tendant à préciser les facteurs qui interviennent d'une manière fondamentale dans la genèse des accidents ;
- de poursuivre des travaux complémentaires destinés à faciliter la coopération européenne entre les chercheurs, la collaboration interdisciplinaire, la documentation et l'information des milieux scientifiques et professionnels, et visant en particulier à préciser les problèmes de méthodologie des recherches.

C. — La Haute Autorité, ayant adopté ces recommandations, est donc disposée à apporter une aide financière aux organismes et spécialistes désireux d'entreprendre une recherche concernant les deux points précisés ci-dessous lesquels constituent le premier programme-cadre de recherches, valable pour une première année.

Premier programme-cadre de recherches relatives à la Sécurité.

- 1) Sélection et formation du personnel (principalement en vue de vérifier l'efficacité réelle des moyens actuellement mis en œuvre et de mettre au point les méthodes les mieux adaptées aux besoins de la prévention) ;
- 2) Moyens de protection individuelle (en vue d'obtenir la meilleure adaptation à l'homme des moyens de protection individuelle, compte tenu des lois physiologiques et psychologiques).

D. — Les organismes et les spécialistes désireux d'entreprendre une recherche dans un des secteurs du premier programme-cadre « Facteurs humains - Sécurité » ont intérêt à demander au plus tôt les renseignements complémentaires nécessaires pour la présentation de leur demande d'aide financière à la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, Division des Problèmes du Travail, à Luxembourg.

Ces demandes d'aide financière devront parvenir à la Haute Autorité au plus tard fin avril 1959.

XIII^{mes} Journées internationales d'Etude des Eaux du CEBEDEAU — Directeur : Prof. Edm. LECLERC, à Liège, du 6 au 9 mai 1959 (pendant la Foire internationale M.M.M.E.).

Thème principal : « La sédimentation » eaux potables, eaux usées, eaux industrielles, pollution des rivières.

Mercredi 6 mai : eaux de barrages.

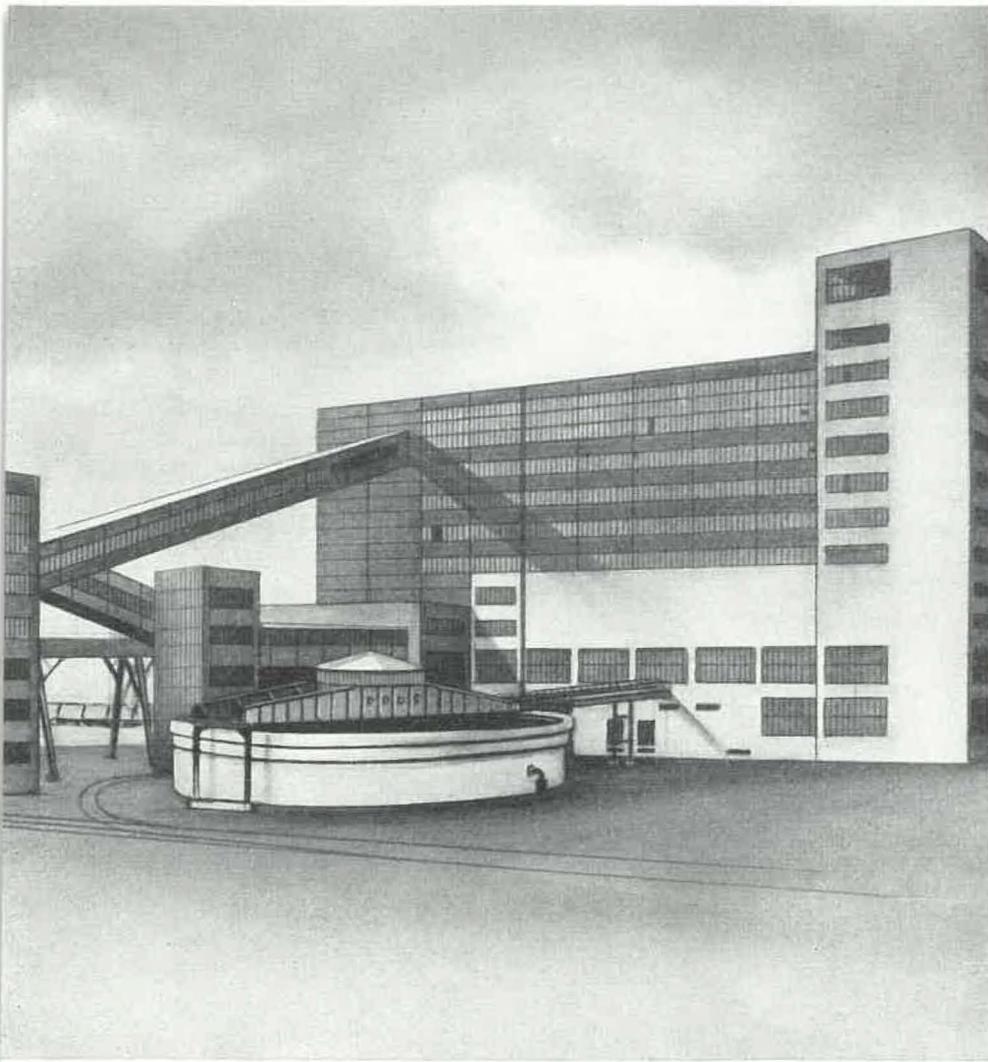
Jeudi 7 mai : excursion.

Vendredi 8 mai : études théoriques et sur modèles ; applications industrielles.

Samedi 9 mai : l'eau comme facteur économique.

Les matinées seront consacrées à quelques grandes conférences. Les après-midi seront réservées à une discussion dirigée sur les thèmes précités.

Les participations aux discussions sont enregistrées dès à présent au CEBEDEAU, 2, rue A. Stévert, Liège, ainsi que les inscriptions aux Journées (300 FB, cpte Ch. Post. n° 427.90).



- Préparation par liquide dense au moyen de séparateurs (sink and float) ou de cyclones-laveurs
- Préparation mécanique par voie humide au moyen de bacs-laveurs ou tables
- Procédé de flottation
- Préparation magnétique au moyen de séparateurs électro-magnétiques et à magnétisme permanent
- En plus, nous fournissons tout le matériel pour :
le concassage et le broyage, la classification, la manutention, le stockage, l'épaississement, l'égouttage et la déshydratation, la sélection et le dépoussiérage.

DOMAINE DE LA PREPARATION

NOUS CONSTRUISONS

Des installations complètes de préparation de charbons, de minerais et de tous autres minéraux d'après le dernier progrès de la technique moderne.

Nos laboratoires et stations d'essais sont à la disposition de notre clientèle. Prospectus spéciaux et notes explicatives sur demande.

WEDAG

WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPEL AG. BOCHUM

REPRÉSENTANT POUR LA BELGIQUE: **SYTECO S.P.R.L., BRUXELLES**

30 B, BOULEVARD DE DIXMUDE

PRIX DE LA CHIMIE APPLIQUEE**« François BOUDART »**

Ce prix, d'un montant de 50.000 F fondé en 1954 par la Fédération des Industries Chimiques de Belgique, est destiné à récompenser le ou les auteurs de contributions importantes au développement de l'Industrie Chimique Belge.

Il a été décerné déjà par 2 fois, notamment :

- en 1955, à Monsieur Clément GUILLISSEN, Docteur en Sciences Chimiques, Professeur Extraordinaire à l'Université Libre de Bruxelles, et,
- en 1957, à Monsieur André ROTT, Ingénieur en Chef, attaché aux Services de Recherches de la S.A. Photo-Produits Gevaert.

Une nouvelle épreuve est organisée pour attribution du prix en 1959.

Comme le Règlement le prévoit, le Jury, pour apprécier les mérites des candidats, fera entrer en ligne de compte, non seulement les publications éven-

tuelles de travaux originaux, mais aussi les brevets et, avant tout, les réalisations industrielles, telles que l'introduction de fabrications nouvelles, les inventions ou perfectionnements de procédés, l'amélioration des méthodes d'analyse et de contrôle des fabrications, etc...

A noter que les candidats devront résider en Belgique, au Congo-Belge ou au Ruanda-Urundi depuis au moins trois ans, sans distinction de nationalité et être de préférence porteurs d'un diplôme universitaire d'Ingénieur civil, de Docteur ou Licencié en Sciences, de Docteur en Médecine, de Docteur en Pharmacie ou de Pharmacien.

Les candidatures devront parvenir, avant le 31 mai 1959, sous pli recommandé, au Directeur de la Fédération des Industries Chimiques de Belgique, 32, rue Joseph II, à Bruxelles. Le Règlement, ainsi que tous renseignements complémentaires peuvent être obtenus, sur simple demande, à la même adresse.