

# 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. — A. Houberechts : L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines en 1957. — J. Fripiat : IX<sup>e</sup> Conférence internationale des Directeurs des Stations d'Essais. — Journées de la Combustion des Combustibles solides et pulvérisés, Paris 1957. — A. Vandenheuvel : Statistique sommaire 1957. — 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 Aciéries 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 Aciéries 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 Aciéries 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 Aciéries 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 LESPAL, 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 Steenkolenlijverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.  
P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap « Evence Coppée et Cie », te Brussel.  
C. DEMEURE de LESPAL, 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° 5 — Mai 1958

# ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

Nr 5 — Mei 1958

Direction-Rédaction :

**INSTITUT NATIONAL  
DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE**

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

Directie-Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT  
VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID**

## Sommaire — Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes . . . . .	382
<b>INSTITUT D'HYGIENE DES MINES</b>	
<b>A. HOUBERECHTS.</b> — L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1957.	387
<b>INSTITUT NATIONAL DES MINES</b>	
<b>J. FRIPIAT.</b> — IX <sup>e</sup> Conférence Internationale des Directeurs des Stations d'Essais. — Inflammation des poussières et mesures préventives . . . . .	421
<b>NOTES DIVERSES</b>	
Journées de la Combustion des Combustibles solides et pulvérisés, Paris, décembre 1957. . . . .	439
<b>STATISTIQUES — STATISTIEKEN</b>	
<b>A. VANDENHEUVEL.</b> — L'industrie charbonnière pendant l'année 1957.	
Statistique sommaire et résultats provisoires. . . . .	471
De Belgische Steenkolenmijverheid tijdens het jaar 1957.	
Beknopte statistiek en voorlopige uitslagen . . . . .	471
Tableau des Mines de houille . . . . .	497
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>INICHAR.</b> — Revue de la littérature technique . . . . .	516
Divers . . . . .	527

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

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIEN

**BRUXELLES • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • BRUSSEL**

**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 MINIERES	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 . . . . .	330.560	38.899	425.430	21,67	2.635	15.263	20.397	0,17	0,39	1,00	1,34	999	748	82,64	84,91	—	24	—	184	—	208	1.651.805
Centre . . . . .	276.800	30.878	371.812	21,00	1.843	12.882	17.479	0,14	0,38	0,98	1,33	1.023	754	86,03	87,60	—	15	—	65	—	80	1.858.938
Charleroi . . . . .	579.640	59.433	741.054	21,81	4.460	24.566	34.038	0,17	0,36	0,92	1,28	1.083	782	85,31	86,97	—	56	—	155	—	211	3.216.258
Liège . . . . .	348.410	39.171	206.314	21,65	2.628	17.779	23.710	0,16	0,43	1,10	1,47	905	679	84,64	86,37	—	31	—	148	—	179	—
Campine . . . . .	881.887	61.482	801.008	23,00	3.888	27.350	36.273	0,10	0,27	0,71	0,95	1.402	1.057	87,68	89,52	+	104	—	202	—	98	1.600.902
Le Royaume . . . . .	2.417.297	229.863	2.545.618	21,99	15.437	97.842	131.865	0,14	0,54	0,89	1,20	1.124	834	85,53	87,33	—	22	—	754	—	776	8.327.903 <sup>(8)</sup>
1958 Janvier . . . . .	2.666.494	329.712	1.924.090	24,46	15.152	98.208	132.218	0,14	0,35	0,90	1,21	1.110	825	85,72	87,47	+	1250	—	17	—	+1238	9.081.486 <sup>(8)</sup>
1957 Décembre . . . . .	2.517.346	270.126	1.412.987	22,97	15.411	97.938	131.944	0,14	0,35	0,89	1,20	1.119	831	86,47	88,15	+	260	—	351	—	91	9.307.759 <sup>(8)</sup>
Février . . . . .	2.393.082	294.189	209.357	22,58	15.054	89.756	122.338	0,14	0,34	0,86	1,18	1.166	849	85,35	87,32	+	16043	—	15082	—	+ 961	7.648.164 <sup>(8)</sup>
Moy. mens. . . . .	2.423.866	233.799	1.412.987 <sup>(7)</sup>	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 <sup>(8)</sup>
1956 » » . . . . .	2.462.927	290.814	179.157 <sup>(7)</sup>	23,47	15.099	88.741	120.982	0,14	0,35	0,86	1,19	1.160	841	84,21	86,29	—	357	—	300	—	657	7.986.733
1954 » » . . . . .	2.437.393	270.012	2.806.020 <sup>(7)</sup>	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	5.020.527
1952 » » . . . . .	2.532.030	199.149	1.673.220 <sup>(7)</sup>	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 <sup>(7)</sup>	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 <sup>(7)</sup>	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 <sup>(7)</sup>	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 <sup>(7)</sup>	24,10	24.844	105.921	146.084	0,32	—	1,37	1,39	731	528	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sem. du 5 au 11-5-58	587.373	—	4.121.643	5,42	—	84.571	114.181	—	—	0,87	1,18	1.147	846	75,17	77,42	—	—	—	—	—	409	—

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 m<sup>3</sup> à 8 500 Kcal, 0° C 760 mm de Hg.

(7) Stock fin décembre.

(8) Dont environ 5 % non valorisés.

## BELGIQUE

## FOURNITURE DE HOUILLE BELGE AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES (en tonnes)

FEVRIER 1958

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
1958 Février . . . . .	176.402	9.891	510.635	487	74.621	195.272	12.949	10.917	25.921	27.867	79.753	6.568	13.956	37.886	47.131	16.646	18.768	252.677	1.519.347
Janvier . . . . .	272.298	9.318	563.351	355	110.520	219.571	10.658	12.768	28.882	34.135	89.822	9.073	17.549	45.035	29.643	18.899	17.519	338.227	1.827.623
1957 Décembre . . . . .	327.620	10.327	580.755	374	129.918	287.429	10.443	15.255	33.689	39.721	63.812	9.647	17.059	55.083	36.039	22.446	19.198	334.967	1.993.782
Février . . . . .	431.847	16.207	575.437	489	158.601	217.316	17.545	12.703	38.496	43.499	81.370	15.703	23.987	56.138	64.573	26.122	30.755	285.156	2.095.344
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	71.683	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	62.818	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 †	COKE (t)										Ouvriers occupés					
	PERIODE	Batteries	Fours	Reçu			Production			Débit												
Belge				Etranger	Enfourmé	Gros coke de plus de 80 mm	Autres	Total	Consommation propre	Livraisons au personnel de la cokerie	Secteur domestique	Administrations publiques	Sidérurgie	Centrales électriques	Usines à gaz	Chemins de fer	Autres secteurs	Exportations	Total	Stock en fin de mois †		
Minières . . . . .	8	220	128.920	—	128.327	5	78.450	20.931	99.381	3.181	302	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50.811	839
Sidérurgiques . . . . .	28	1.022	327.495	118.231	471.151	—	393.398	58.938	362.336	2.904	5.878	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71.579	2.562
Autres . . . . .	11	287	31.232	53.563	105.719	256	60.877	19.606	80.483	2.292	369	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117.353	1.204
Le Royaume . . . . .	47	1.529	487.647	171.794	705.197	261	442.725	99.475	542.200	8.377	6.549	11.233	4.077	414.003	1.978	—	844	33.967	54.619	520.721	239.743	4.605
1958 Janvier . . . . .	41	1.575	569.879	256.346	793.218	926	505.360	109.835	615.195	12.686	5.760	17.906	4.105	461.180	3.203	—	1.515	45.063	67.981	600.953	233.190	4.627
1957 Décembre . . . . .	46	1.574	598.480	208.944	795.391	719	503.930	113.112	617.042	9.797	8.384	15.319	4.037	456.943	2.859	—	1.266	47.468	66.365	594.257	237.403	4.881
Février . . . . .	45	1.538	563.339	165.230	741.219	419	474.373	102.859	577.232	7.567	6.036	17.522	4.841	418.704	948	—	1.151	57.751	56.555	559.472	80.689	4.702
Moy. mens. . . . .	46	1.574	576.062	198.803	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. . . . .	44	1.530	602.025	195.730	784.875	536	494.239	111.632	605.871	12.057	5.150	15.372	5.063	433.510	1.918	69	2.200	52.754	76.498	587.325	87.208(2)	4.738
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	279	1.358	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	611.763	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 » » . . . . .	56(1)	1.669(1)	399.963	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.

GENRE	GAZ (en 1.000 m³) (1)						SOUS-PRODUITS (t)				
	PERIODE	Production	Consommation propre	Débit			Brai	Goudron brut	Ammoniaque (en sulfate)	Benzol	Huiles légères
Synthèse				Sidérurgie	Autres industries	Distributions publiques					
Minières . . . . .	44.980	19.873	22.365	—	1.136	11.839	—	3.300	1.169	1.234	—
Sidérurgiques . . . . .	159.020	77.237	37.271	50.780	2.198	43.719	—	13.723	4.333	3.334	—
Autres . . . . .	38.070	17.059	11.921	—	2.061	13.203	—	3.125	851	913	—
Le Royaume . . . . .	242.070	114.169	71.557	50.780	5.395	68.761	—	20.148	6.353	5.481	—
1958 Janvier . . . . .	275.605	128.375	81.452	60.032	6.076	79.677	—	22.514	7.219	6.017	—
1957 Décembre . . . . .	275.969	131.276	82.742	57.025	6.989	78.140	—	22.739	7.258	6.024	—
Février . . . . .	249.160	120.561	59.840	54.488	11.081	70.165	—	19.935	5.777	5.359	—
Moy. mens. . . . .	261.465	96.077	73.980	53.321	9.482	70.071	—	20.934	6.827	5.613	—
1956 Moy. mens. . . . .	266.451	126.698	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., 00C 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
	PERIODE	Boulets	Briques			Totale	Charbon			
Minières . . . . .				53.857	24.456			78.313	—	—
Indépend. . . . .	632	—	632	—	—	—	—	—	—	
Le Royaume . . . . .	54.489	24.456	78.945	3.737	14.035	74.762	5.860	54.955	29.430	500
1958 Janvier . . . . .	93.983	23.427	117.410	4.503	17.884	110.950	8.780	93.053	23.212	554
1957 Décembre . . . . .	109.629	25.189	134.818	4.271	18.185	123.750	9.194	114.011	21.242	571
Février . . . . .	139.332	34.020	173.352	4.234	13.139	162.001	13.593	155.929	5.890	612
Moy. mens. . . . .	124.332	27.529	151.861	3.621	12.119	141.289	11.583	134.742	21.242	571
1956 Moy. mens. . . . .	116.195	35.488	151.683	4.027	12.354	141.974	12.125	135.428	4.684(1)	548
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	—	—	—	1119

(1) Stocks fin décembre.

PERIODE	Quantités reçues m <sup>3</sup>			Consommat. totale y compris les exportations (m <sup>3</sup> )	Stock à la fin du mois (m <sup>3</sup> )	Quantités reçues t			Consommation totale t	Stock à la fin du mois t	Exportations t
	Origine indigène	Importation	Total			Origine indigène	Importation	Total			
1958 Février	37.989	14.324	52.313	78.258	549.171	5.889	9.092	14.981	5.860	89.880	(1)
Janvier	33.051	7.015	40.066	83.041	576.270	7.989	8.790	16.779	8.780	80.759	2.731
1957 Décembre	43.299	5.260	48.559	79.412	620.752	7.508	6.223	13.731	9.194	72.760	2.084
Février	49.094	9.827	58.921	79.078	611.114	8.210	11.739	19.949	13.593	68.762	(2)
Moy. mens.	63.425	11.815	75.240	77.048	620.752 <sup>(2)</sup>	7.116	6.356	13.472	11.544	72.760 <sup>(2)</sup>	4.524
1956 » »	72.377	17.963	90.340	78.246	655.544 <sup>(2)</sup>	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022 <sup>(2)</sup>	1.281
1954 » »	67.128	1.693	68.821	87.385	428.456 <sup>(2)</sup>	4.959	4.654	9.613	8.868	37.023 <sup>(2)</sup>	2.468
1952 » »	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695 <sup>(2)</sup>	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357 <sup>(2)</sup>	2.014
1950 » »	62.036	12.868	74.904	90.209	570.013 <sup>(2)</sup>	5.052	1.577	6.629	7.274	31.325 <sup>(2)</sup>	1.794

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

## BELGIQUE

## METAUX NON FERREUX

FEVRIER 1958

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 Février (1)	12.016	19.982	7.572	1.304	226	331	41.161	23.799	16.165	2.138	15.282
Janvier	12.094	20.305	7.598	894	218	386	41.495	21.785	17.120	3.310	15.533
1957 Décembre	11.543	20.207	7.975	875	204	466	41.270	21.347	18.525	3.350	15.655
Février	12.974	20.279	9.044	878	206	371	43.752	26.377	17.289	1.658	16.133
Moy. mens.	12.713	19.637	8.272	793	180	404	41.999	23.937	16.150	1.982	15.655 <sup>3</sup>
1956 » »	14.072	19.224	8.521	871	228	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919 <sup>(2)</sup>
1954 » »	12.809	17.726	5.988	965	140	389	38.017	24.331	14.552	1.850	15.447 <sup>(2)</sup>
1952 » »	12.035	15.956	6.757	850	557	361	36.155	23.833	12.729	2.017	16.227
1950 » »	11.440	15.057	5.209	808	588	389	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) Chiffres provisoires. (2) En fin d'année.

## BELGIQUE

## SIDER

PERIODE	Hauts fourneaux en activité	PRODUIT								
		Produits bruts				Produits demi-finis (1)		Produits		
		Fonte	Acier Total	Fer de masse	Pour relameurs belges	Autres	Aciers marchands	Profilés et zorés (1 et U de plus de 80 mm)	Rails et accessoires	Fil machine
1958 Février (2)	50	437.457	492.187	5.278	40.309	51.778	126.034	18.999	11.185	39.801
Janvier	51	484.637	560.633	5.564	61.753	48.259	124.977	23.157	12.649	47.453
1957 Décembre	51	485.755	541.332	4.786	44.918	69.956	110.355	21.020	8.831	43.999
Février	51	461.205	520.770	5.988	52.058	27.027	158.201	24.284	9.359	42.458
Moy. mens.	51	465.638	522.988	4.504	50.806	40.028	134.327	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	315.424	414.378	3.278	109.559		113.900	15.877	5.247	36.301
1952 » »	50	399.133	422.281	Fers finis 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	10.668	36.008
1948 » »	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853	28.979
1938 » »	50	202.177	184.369	3.508	37.939		43.200	26.010	9.337	10.603
1913 » »	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.489	11.852

(1) Qui ne seront pas traités ultérieurement dans l'usine qui les a produits. A partir de janvier 1957, se rapporte aux expédiées incorporées aux divers. (5) Depuis mai 1957, retiré de la rubrique PRODUITS FINIS pour constituer avec les Tubes aciers, la rectifiés.

Pays d'origine Périodes Répartition	IMPORTATIONS				Destination	EXPORTATIONS		
	Charbons t	Cokes t	Agglomérés t	Lignites t		Charbons t	Cokes t	Agglomérés t
Allemagne Occid.	97.473	7.482 (1)	3.801	9.372	Allemagne Occident.	9 186	—	100
France . . . . .	14.897	—	4	—	Sarre . . . . .	860	—	—
Pays-Bas . . . . .	18.842	5.108	3.701	460	France . . . . .	83 823	32.042	9.333
					Luxembourg . . . . .	2 156	5.137	280
Pays de la CECA . .	131.212	12.590	7.506	9.832	Pays-Bas . . . . .	69.499	982	40
					Pays de la CECA . .	170.524	38.161	9.753
Pologne . . . . .	2.100	—	—	—	Danemark . . . . .	—	7.859	—
Royaume-Uni . . . .	27.393	445	339	—	Norvège . . . . .	2.565	—	—
Etats-Unis d'Amérique	167.014	—	—	—	Royaume-Uni . . . .	80.914	—	—
Divers . . . . .	—	11	—	—	Suède . . . . .	—	424	—
					Suisse . . . . .	7.118	—	40
Pays tiers . . . . .	196.507	456	339	—	Congo belge . . . . .	—	12	—
Ensemble février 1958.	327.719	13.046	7.845	9.832	Pakistan . . . . .	—	7.993	—
1958 Janvier . . . .	389.722	15.649	8.387	9 139	Divers . . . . .	—	170	—
1957 Décembre . . .	354.659	15.015	9 181	10.301				
Novembre . . . . .	393 817	9.432	10.123	8.643	Pays tiers . . . . .	93.957	16.458	40
Février . . . . .	493.617	26.396	7.692	7.652				
Moy. mens. . . . .	425.142	17.965	8.673	9.093	Ensemble février 1958.	261.121	54 619	9.793
Répartition :					1958 Janvier . . . .	349.295	67.981	33.454
1) Secteur domestique	60.222	791	7.514	9.076	1957 Décembre . . .	345 169	66 365	48.033
2) Secteur industriel .	266.591	12.360	60	756	Novembre . . . . .	285 069	63 616	63.834
Réexportations . . . .	7.444	—	—	—	Février . . . . .	312.373	58.555	57 144
Mouvement des stocks	- 6 538	- 105	+ 271	—	Moy. mens. . . . .	330.166	75.490	58.970

(1) Y compris le coke de gaz.

## URGIE

FEVRIER 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	Tôles galvanisées, plombées et étamées (4)	Feuillards, bandes à tubes, tubes sans soudure	Divers	Total	Tubes d'acier sans soudure et tubes soudés (3)	
54.803	5.933	2.898	77.362	18.163	6.982	7.941	351.938	12.322	53.223
60.183	5.625	2 231	82.816	21.131	19.957	6.227	385.275	15.806	54.876
56.890	5.535	3.075	75.547	19.328	27.487	4.389	357.128	19.344	54.650
55.075	9.655	2.054	69.805	23.908	25.326	5.209	430.414	9.066	55.589
55.898	7.601	2.350	66.514	25.548	25.641	5 514	370.412	9.087	55.158
53.476	10 211	2 748	61.941	23.758	27.950	5.747	388.858	4.410	47.104
37.473	8.996	2.153	40.018	3.070	25 112	2.705	290.852	3.655	41.904
39.357	7.071	3.337	37.482	11.943	26.652	5.771	312.429	2.959	43.263
			Tôles minces tôles fines, tôles magnétiques						
24.476	6.456	2.109	22.857	11.096	20 949	2.878	243.859	1.981	36.415
Grosses tôles	Tôles moyennes		Tôles fines	Tôles galva- nisées	Feuillards et tubes en acier				
28.780	12.140	2.818	18 194	10.992	30.017	3.589	255.725	—	38.431
16 460	9.034	2.064	14 715	—	13.958	1.421	146.852	—	33.024
19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154 822	—	35.306

tions.. (2) Chiffres provisoires, (3) A partir de 1957, augmentation du nombre de déclarants, (4) Ne comporte pas les traverses rubrique PRODUITS FINAUX, (6) A partir de janvier 1958, comprend également les « Ronds et carrés pour tubes », (7) Chiffres



# L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1957

par A. HOUBERECHTS

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Louvain,  
Directeur de l'Institut d'Hygiène des Mines.

## SOMMAIRE

### Introduction.

#### I. — Travaux de la Section Médicale.

1. — *Examens systématiques.*
  - A. - Examens pratiqués à l'Institut d'Hygiène des Mines.
  - B. - Examens pratiqués en dehors de l'Institut d'Hygiène des Mines.
2. — *Travaux radiologiques.*
  - A. - Comparaison entre radiographies grand format et radiophotographies pour le diagnostic de la pneumoconiose simple.
  - B. - Aspects tomographiques des images confluentes dans la pneumoconiose des houilleurs.
3. — *Recherche sur les épreuves fonctionnelles pulmonaires à l'effort par la méthode en circuit fermé.*
  - A. - Intérêt de la méthode en circuit fermé par rapport à la méthode en circuit ouvert.
  - B. - Écueils de la méthode en circuit fermé.
  - C. - Usage du metabographe de Fleish.

4. — *Recherches sur l'entraînement aux hautes températures.*

#### II. — Travaux de la Section Technique.

1. — *Lutte contre les poussières.*
  - A. - Analyse des poussières. Conimétrie.
  - B. - Lutte contre les poussières dans les chantiers. Matériel et procédés divers.
2. — *Ventilation et climat.*
  - A. - Résolution de problèmes de ventilation par analogie électrique.
  - B. - Etudes des conditions climatiques du fond.
  - C. - Étude des pertes de charge dans les puits.
3. — *Travaux divers.*
  - A. - Contrôle de l'empoussiérage de l'air dans un triage lavoir.
  - B. - Épuration des gaz d'échappement d'un moteur Diesel.
  - C. - Tarage des anémomètres.
4. — *Enquête.*

## BIBLIOGRAPHIE.

## INTRODUCTION

L'Institut d'Hygiène des Mines publie régulièrement au profit de ses affiliés, sous forme de « Communications » le détail des travaux poursuivis par ses chercheurs, tant dans ses laboratoires que dans les charbonnages. Toutefois, suivant une tradition établie depuis plusieurs années, les Annales des Mines de Belgique publient un rapport montrant dans son ensemble l'activité de l'Institut, ses principales réalisations et les résultats les plus intéressants enregistrés.

Le présent article constitue donc la suite logique des rapports parus les années antérieures. Nous invitons nos lecteurs à se reporter aux exposés relatifs aux années antérieures afin de comprendre

plus aisément la continuité de nos travaux. Afin de ne pas allonger inutilement notre exposé, nous avons en effet traité certaines questions d'une façon relativement compendieuse. La plupart de nos travaux étant du reste déjà publiés, nous ne nous arrêterons plus aux détails des essais, calculs et études.

Comme par le passé, nous profiterons cependant de cette publication pour faire connaître les résultats de certaines études particulières qui, tout en présentant un intérêt certain, n'ont pas une ampleur suffisante pour justifier la diffusion d'une Communication à leur sujet.

## I. — TRAVAUX DE LA SECTION MEDICALE

## 1. — Examens systématiques.

## A. Examens pratiqués à l'Institut d'Hygiène des mines.

Jusqu'en 1951, le nombre de houilleurs envoyés annuellement à l'Institut par les médecins de charbonnages pour mise au point d'un diagnostic difficile ne dépassait guère la centaine. En 1957, il s'est élevé à 504.

L'augmentation régulière du nombre d'examens pratiqués ne donne toutefois qu'une idée imparfaite du travail accompli par la Section Médicale. Ainsi que nous l'avons exposé l'an dernier (1), les techniques d'examens ont été en même temps considérablement développées. Parmi les 504 houilleurs examinés, 228 ont été tomographiés, 467 ont subi un électrocardiogramme et 459 des épreuves fonctionnelles pulmonaires au repos et à l'effort. Dans plus de 300 cas, outre l'effort standard de 6 minutes décrit antérieurement (1), on a imposé un effort de plus longue durée, dans lequel le débit ventilatoire, la fréquence respiratoire, les équivalents respiratoires ainsi que le quotient respiratoire ont été enregistrés de façon continue à l'aide du metabographe de Fleish (2). Nous envisagerons plus loin le principe et les avantages de cet appareil.

Ces examens approfondis sont indiscutablement utiles au patient, à son médecin de famille ainsi qu'au médecin d'industrie qui a pour mission d'assurer la tutelle sanitaire des travailleurs. Mais ils constituent en outre une source de documentation considérable pour les chercheurs de l'Institut d'Hygiène des Mines, concernant les rapports notamment entre l'image pneumoconiotique et l'empoussiérage, entre l'apparition de confluences et les infections intercurrentes, entre les modifications radiologiques et la gêne respiratoire.

## B. Examens pratiqués en dehors de l'Institut d'Hygiène des Mines.

Grâce à l'usage du car radiologique de l'Institut, des collectivités importantes de mineurs ont pu être examinées au sein même de l'entreprise qui les occupe. C'est ainsi que le Dr. Belayew a poursuivi l'exploration radiologique de 1.394 ouvriers des Charbonnages de l'Espérance et Bonne Fortune et de 352 ouvriers des Charbonnages d'Ans et de Rocour.

De nombreux ouvriers ont déjà subi 3 ou 4 examens radiologiques à deux ans d'intervalle, ce qui permet une étude de l'évolution de leur pneumoconiose en tenant compte de leur anamnèse professionnelle et des conditions d'empoussiérage.

## 2. — Travaux radiologiques.

## A. Comparaison entre radiographies grand format et radiophotographies pour le diagnostic de la pneumoconiose simple.

Au 12<sup>e</sup> Congrès International de Médecine du Travail, qui s'est tenu à Helsinki du 1<sup>er</sup> au 6 juillet 1957, F. Lavenne et J. Patigny (3) ont présenté les résultats d'un travail précédemment annoncé dans cette revue (4) sur la valeur de la radiophotographie de l'écran pour le diagnostic de la pneumoconiose simple.

Rappelons que la classification internationale de Cardiff-Douai (5) appelle pneumoconiose simple les images micronodulaires et nodulaires, par opposition aux images condensées.

La pneumoconiose simple est elle-même divisée en 3 stades 1, 2, 3, en fonction du nombre de micronodules. Ces 3 stades correspondent assez bien aux images M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> de la classification de l'Institut d'Hygiène des Mines (6). Entre les images normales (classées 0) et le stade micronodulaire débutant (catégorie 1), la classification de Cardiff-Douai situe une image X, caractérisée essentiellement par une accentuation de la trame pulmonaire, sans images micronodulaires évidentes, qui correspond assez bien à l'image SOR de l'Institut d'Hygiène des Mines.

Les images condensées sont classées A, B, C, D suivant l'étendue des confluences. La catégorie A correspond aux condensations non définies de l'Institut d'Hygiène des Mines (C.N.D.), les images B, C et D aux pseudotumeurs. Le tableau I permet de convertir la classification de l'Institut d'Hygiène des Mines dans la classification internationale.

TABLEAU I.

Comparaison de la classification de l'Institut d'Hygiène des Mines et de celle de Cardiff-Douai.

Classification de l'Institut d'Hygiène des Mines	Classification internationale Cardiff-Douai
O, SO	O
SOR	X
M <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	1 (m ou n)
M <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	2 (m ou n)
M <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	3 (m ou n)
CND	A
T	B, C, D

En ce qui concerne leur mise en évidence par radiophotographie, les images de pneumoconiose condensée posent le même problème que la tuber-

culose, pour laquelle Bariéty et collaborateurs (7) ont effectué une étude comparée des grands et petits formats, tout en revoyant les travaux antérieurs. On peut conclure de ces comparaisons que la radiophotographie sur format 7 × 7 convient très bien à la détection des images de pneumoconiose condensée, les cas décelés devant être soumis à des examens radiologiques plus poussés comportant non seulement des radiographies mais aussi des tomographies (8).

Le diagnostic de la pneumoconiose simple et de son stade a fait l'objet d'études comparatives moins nombreuses et aux résultats plus divergents. A côté des conclusions optimistes de Bonte et collaborateurs (9) et de Jarry (10), on note l'avis plus nuancé de Aupetit et Flouquet (11), qui considèrent les radiophotographies 7 × 7 cm comme parfaitement valables pour permettre le diagnostic entre images normales et anormales, mais insuffisantes en vue d'un protocilage précis. Fletcher (12) avait conclu d'une comparaison entre radiographies standards et divers types de petits formats, qu'aucune technique radiophotographique n'était au point pour le diagnostic de la pneumoconiose simple.

Les travaux du «Pneumoconiosis Research Unit» de Cardiff (13) (14) (15) (16) (17), confirmés récemment par une recherche de l'Institut d'Hygiène des Mines de Hasselt (8), ont montré que pour prévenir la pneumoconiose pseudotumorale, il importait de retirer les ouvriers des chantiers poussiéreux avant qu'ils aient atteint le stade 2 de la classification de Cardiff-Douai. D'où l'intérêt au point de vue prophylactique de distinguer le stade 1 du stade 2. Environ 20 % des ouvriers travaillant dans le fond ont une image de pneumoconiose simple (18). Si la distinction entre stade 1 et stade 2 n'est réellement pas possible sur radiophotographies, on sera amené à contrôler sur grands formats un pourcentage très important de certaines catégories d'ouvriers (par exemple ceux ayant de 5 à 15 ans de

fond). Dans ce cas, l'intérêt économique du triage initial sur petits formats pourrait être mis en doute.

a. Matériel et méthode de travail.

Cinquante houilleurs ont été radiographiés à la fois sur format 35 × 35 cm et radiophotographiés sur formats 10 × 12 cm et 7 × 7 cm (Odelca). Chez 10 sujets, une seconde radiographie grand format a été prise avec une technique légèrement différente. La même expérience a été faite dans 10 cas pour les 10 × 12 cm. On avait ainsi 60 radiographies 35 × 35, 60 clichés 10 × 12 (caméra à lentille) et 50 clichés Odelca 7 × 7, tous reconnus acceptables pour le diagnostic courant.

Ils furent soumis à 16 médecins, compétents dans le diagnostic des pneumoconiosés, dont 8 avaient en outre une grande habitude des petits formats. Chacun d'eux protocila isolément à deux reprises à quinze jours d'intervalle les 3 séries de clichés, en fonction de la classification de l'Institut d'Hygiène des Mines qui, comme nous l'avons signalé, est aisément transposée en celle de Cardiff-Douai. De plus, les clichés grand format furent lus d'une part sans référence à une collection standard (G.F.) et d'autre part avec référence à cette collection (G.F. comparés). Un planning précis fut adopté pour réduire au maximum l'influence de la mémoire, celle de la fatigue et toute autre cause d'erreur supplémentaire.

On veilla à ce que les clichés de chaque série ne fussent pas représentés dans le même ordre aux divers observateurs. D'autre part, lors de la seconde séance, chacun des observateurs revit les séries de clichés dans l'ordre inverse de la première fois. L'ordre choisi fut tel que pour chaque groupe de 4 médecins et les deux séances de lectures, on obtint toutes les combinaisons possibles. Nous donnons ci-dessous comme exemple l'ordre adopté pour les lecteurs A, B, C et D.

TABLEAU II.  
Organisation des séances de protocilage pour les lecteurs A, B, C, et D.

1 <sup>re</sup> séance				2 <sup>me</sup> séance			
A	B	C	D	A	B	C	D
35 × 35	10 × 12	35 × 35	7 × 7	7 × 7	35 × 35 (C)	10 × 12	35 × 35 (C)
10 × 12	35 × 35	7 × 7	35 × 35	35 × 35 (C)	7 × 7	35 × 35 (C)	10 × 12
35 × 35 (C)	7 × 7	35 × 35 (C)	10 × 12	10 × 12	35 × 35	7 × 7	35 × 35
7 × 7	35 × 35 (C)	10 × 12	35 × 35 (C)	35 × 35	10 × 12	35 × 35	7 × 7

La note (C) après 35 × 35 indique les lectures des grands formats avec référence à la collection standard.

Les radiophotographies 7 × 7 furent lues à l'aide d'une loupe au grossissement 2,5. Les clichés 10 × 12 ne furent pas protocilés à la loupe.

Lors de chaque séance, les deux premières séries de clichés furent vues le matin, les deux autres l'après-midi, avec entretemps des périodes de dé-

tente visant à réduire au maximum l'effet de fatigue.

Le temps nécessaire au protocologage de 50 ou 60 clichés varie considérablement selon les observateurs, les extrêmes étant de 30 minutes et de 1 heure 30 minutes.

On obtint ainsi pour chacun des clichés de chaque série (G.F., G.F. comparés,  $10 \times 12$  et  $7 \times 7$ ) 32 diagnostics, soit deux par médecin. Le calcul de leur dispersion nécessitait la fixation du diagnostic considéré comme vrai. Dans la forte majorité des cas, celui-ci résultait clairement de l'ensemble des opinions individuelles; pour ces cas en effet l'opinion médiane, l'opinion modale (la plus fréquente) et l'opinion moyenne se concentraient sur la même classe.

Pour certains clichés toutefois, le diagnostic optimum n'apparaissait pas clairement, la médiane et la modale, entre lesquelles se situe nécessairement la moyenne, correspondant à des classes différentes. D'autre part, le diagnostic médian était loin d'être toujours identique pour les divers formats. Les 16 médecins ont alors effectué une lecture collective, les divers clichés d'un même ouvrier étant cette fois groupés. Le diagnostic collectif ne fut en désaccord avec l'opinion médiane que pour moins de 10 % des clichés et chaque fois dans des cas limites. Ce diagnostic médian, éventuellement corrigé par la lecture collective, a été considéré comme le *diagnostic « optimum »* à partir duquel on a calculé les erreurs individuelles pour chacun des clichés.

D'autre part, lorsque le diagnostic optimum était différent selon le format ou la qualité du cliché, on a fait préciser pour chacun des 50 ouvriers le *diagnostic « correct »*, compte tenu de la technique radiologique. C'est à partir de cette réponse qu'on a recherché l'influence du type de cliché sur le diagnostic optimum.

## b. Résultats.

### a. Influence du type de cliché sur le diagnostic optimum.

L'accord se fit sur les diagnostics corrects suivants : catégorie 0 - 18 cas ; catégorie X - 12 cas ; catégorie 1 - 9 cas ; catégorie 2 - 9 cas ; catégorie 3 - 2 cas. La comparaison de ces diagnostics avec les diagnostics optimums des divers clichés met en évidence les faits suivants :

— Parmi les 60 clichés  $35 \times 35$  (G.F.), 5 (8 %) ne permettaient pas un diagnostic correct. L'erreur était chaque fois par défaut et d'une classe seulement. De ces 5 clichés, 4 étaient des doubles. Par conséquent, chez les 10 sujets dont on possédait deux clichés G.F., ceux-ci ne permettaient que six fois un diagnostic identique.

— Parmi les 60 clichés  $10 \times 12$ , 22 (37 %) ne permettaient pas un diagnostic correct, l'erreur collective étant 16 fois par défaut, dont une fois de 2 classes et 6 fois par excès, dont une fois de 2 clas-

ses. De ces 22 clichés amenant un diagnostic collectivement erroné, 7 étaient des doubles. Chez les 10 ouvriers dont on possédait deux clichés  $10 \times 12$ , les deux diagnostics n'étaient que 4 fois identiques. Dans 4 cas, l'un des clichés donnait un diagnostic trop faible d'une classe, dans un cas le diagnostic faux était exagéré de deux classes (1 au lieu de 0) et dans le dernier, les deux diagnostics étaient faux (1 et 0, au lieu de X).

— Les radiophotographies  $7 \times 7$  cm ont permis un accord sur le diagnostic correct chez 33 des 50 sujets. Les 17 erreurs (34 %) se répartissent en 9 par défaut et 8 par excès, chaque fois d'une classe.

— Pour les 50 ouvriers, le diagnostic commun des observateurs ne fut que 20 fois identique sur les 3 à 5 clichés examinés. De plus, la proportion de diagnostics identiques est plus importante lorsque le diagnostic correct est 0 (12 fois sur 18) qu'aux stades X (5 fois sur 12), 1 (1 sur 9), 2 (1 sur 9) et 3 (1 sur 2).

— Même si l'on ne tient compte que des 32 ouvriers dont les clichés G.F. ou  $10 \times 12$  n'étaient pas présentés en double, la concordance des diagnostics optimum dans les trois formats n'est encore réalisée que 15 fois sur 32, dont 10 fois sur 14 au stade 0, 3 fois sur 8 au stade X, 1 fois sur 6 au stade 1, 0 fois sur 3 au stade 2 et 1 fois sur 1 au stade 3. Parmi les 17 cas où au moins un des clichés induisait en erreur, le grand format n'était ici jamais en cause. Dans 6 cas, il s'agissait uniquement du  $10 \times 12$  cm, dans 4 cas uniquement du  $7 \times 7$  cm et dans les 7 autres à la fois des deux procédés de radiophotographie.

### β. Influence du format sur la dispersion des diagnostics.

On a calculé pour chacune des séances de lecture la dispersion des résultats des divers observateurs par rapport au diagnostic optimum pour chacun des clichés. Considérant les 5 classes successives (0, X, 1, 2, 3), on a grevé du coefficient  $\pm 1$  tout écart d'une classe respectivement vers le haut ou le bas, du coefficient  $\pm 2$  tout écart de 2 classes et ainsi de suite. Dès lors, on peut traiter les résultats statistiquement en calculant, comme Fletcher et Oldham (19) l'ont fait, la somme des carrés des écarts d'un lecteur ou de l'ensemble des lecteurs à l'une ou l'autre des séances. En divisant les valeurs ainsi obtenues chaque fois par le nombre de clichés protocologés (moins un), on a pu calculer 8 écarts quadratiques moyens  $\sigma^2$  représentant la variance des réponses, au cours de chaque séance, par rapport au diagnostic optimum, respectivement pour les G.F. comparés, les G.F., les  $10 \times 12$  et les  $7 \times 7$ .

Les écarts quadratiques moyens individuels, qui permettent de calculer les écarts quadratiques moyens collectifs, ne reflètent toutefois qu'imparfaitement la faculté du lecteur de classer les docu-

ments en fonction de la gravité de la pneumoconiose. En effet, il faut tenir compte des tendances individuelles à être plus ou moins sévères, qui entraînant systématiquement une erreur dans le même sens. En effectuant les sommes algébriques des écarts et en les divisant par 50 ou 60, on obtient pour chaque lecteur et pour un format donné, la *tendance moyenne* à l'une ou l'autre séance. En retirant de la somme des carrés des écarts autant de

fois le carré de la tendance qu'il y a de clichés dans chaque série, on obtient comme on peut le montrer une somme des carrés des écarts corrigés, à partir de laquelle on peut calculer des  $\sigma^2$  corrigés, individuels et collectifs.

Le tableau III donne pour chacune des séances et chacun des formats, les  $\sigma^2$  de l'ensemble des observateurs avec et sans correction pour les tendances personnelles.

TABLEAU III.  
Comparaison des  $\sigma^2$  collectifs, corrigés et non corrigés, pour les divers formats à chacune des séances de lecture.

Clichés	1 <sup>re</sup> séance		2 <sup>me</sup> séance	
	$\sigma^2$	$\sigma^2$ corrigé	$\sigma^2$	$\sigma^2$ corrigé
G.F. comparé	0,49	0,40	0,44	0,41
G.F.	0,77	0,55	0,47	0,42
10 × 12	0,94	0,57	0,58	0,46
7 × 7	0,84	0,57	0,64	0,51

L'application à ces  $\sigma^2$  du test de Snedecor permet les conclusions suivantes :

— Il existait en moyenne lors de la 1<sup>re</sup> séance des tendances individuelles significatives même pour les clichés grand format avec comparaison de standards. Ces tendances sont devenues plus faibles lors de la seconde séance et elles sont les moins prononcées pour les grands formats avec comparaison. Si l'on veut comparer les formats entre eux, l'examen des  $\sigma^2$  bruts constitue un test plus complet de la valeur du format que la comparaison des  $\sigma^2$  corrigés.

— Les  $\sigma^2$  bruts et corrigés des petits formats et du G.F. se rapprochent d'une séance à l'autre des valeurs obtenues avec le G.F. comparé. Toutefois même lors de la seconde séance, il persiste une dif-

férence significative entre les  $\sigma^2$  bruts des grands formats avec ou sans comparaison et les petits formats. Rien ne permet de déceler une supériorité du format 7 × 7 Odelca sur le 10 × 12.

γ. Etude des dispersions individuelles.

Le tableau IV indique la contribution de huit des seize observateurs aux  $\sigma^2$  corrigés du tableau III. Les quatre premiers n'avaient qu'une pratique très limitée des petits formats, F et J étaient accoutumés à lire des 10 × 12, B et N à lire des 10 × 12 et des 7 × 7 cm.

La lecture de ce tableau vient nuancer les constatations tirées des  $\sigma^2$  collectifs, mais met surtout en évidence l'influence considérable de l'observateur sur la dispersion des diagnostics.

TABLEAU IV.  
Comparaison des  $\sigma^2$  corrigés de huit des lecteurs.

Lecteur	1 <sup>re</sup> séance				2 <sup>me</sup> séance			
	G.F.C.	G.F.	10 × 12	7 × 7	G.F.C.	G.F.	10 × 12	7 × 7
A	0,25	0,23	0,36	0,42	0,34	0,24	0,32	0,42
H	0,28	0,57	0,49	0,52	0,31	0,39	0,66	0,62
M	0,64	1,15	0,99	0,91	0,72	0,60	0,63	0,63
O	0,37	0,42	0,30	0,49	0,32	0,45	0,36	0,41
F	0,40	0,42	0,61	0,80	0,43	0,42	0,59	0,78
J	0,44	0,57	0,29	0,54	0,35	0,39	0,22	0,36
B	0,48	0,75	0,69	0,42	0,49	0,46	0,38	0,48
N	0,42	0,45	0,49	0,31	0,38	0,39	0,38	0,53

### c. Conclusions.

α. Aux radiophotographies  $10 \times 12$  cm et  $7 \times 7$  cm retenues pour cette expérience, on peut faire un reproche fondamental : plus du tiers d'entre elles ont induit l'ensemble des lecteurs en erreur, en décalant le diagnostic optimum d'une classe et même parfois de deux, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Les clichés  $7 \times 7$  cm à caméra-miroir n'ont pas à ce point de vue une supériorité évidente sur les  $10 \times 12$  cm à lentille.

Des erreurs collectives ont également été rencontrées dans 8 % des clichés grand format. Il s'agissait toutefois presque toujours de radiographies faites en double en variant systématiquement la technique, ce qui expliquerait que l'erreur soit ici toujours dans le même sens.

On voit donc l'importance de légères variations de la technique radiologique sur le diagnostic moyen des observateurs. Il se peut que l'infériorité constatée pour les petits formats soit due non à la grandeur du cliché, mais à la difficulté d'obtenir des documents parfaits avec la technique radiographique actuelle. Nos techniciens, pourtant entraînés, n'ont pas échappé à cet écueil.

Vu le pourcentage considérable de diagnostics collectivement erronés sur radiophotographies, aux stades X, 1 et 2, notre technique radiographique actuelle peut servir à un simple triage de cas normaux d'une part et des pneumoconioses condensées d'autre part, mais doit être rejetée si l'on a pour but de faire un diagnostic de pneumoconiose au stade 1. Elle ne convient d'autre part pas à une étude scientifique de la relation entre l'empoussiérement et l'évolution des images radiologiques.

β. En outre, les petits formats exposent à une plus grande dispersion des diagnostics individuels et accroissent les tendances personnelles, qu'elles soient dans le sens optimiste ou pessimiste. Pour la moyenne des observateurs, la meilleure façon de réduire les tendances personnelles et les erreurs de classement consiste dans l'emploi du grand format avec référence à une série standard.

γ. Néanmoins, des résultats individuels laissent supposer qu'avec de l'entraînement, au moins certains observateurs sont capables d'arriver au classement le plus précis possible, même sur petit format sans référence à des standards.

La dispersion des résultats individuels nous paraît donc constituer envers l'emploi des petits formats une objection moins grave que l'erreur collective de diagnostic à laquelle ils exposent.

δ. Enfin, les qualités du lecteur jouent dans la précision du diagnostic un rôle aussi fondamental que la qualité du cliché.

Les différences considérables entre les lecteurs, tant systématiques qu'accidentelles, peuvent être

dues à des raisons physiologiques (acuité visuelle par exemple) ou à des raisons psychologiques (type de mémoire, faculté d'attention, etc.), qu'il serait intéressant d'analyser en vue d'une sélection plus judicieuse des observateurs.

### B. Aspects tomographiques des images confluentes dans la pneumoconiose des houilleurs.

Nous avons résumé antérieurement (1) un travail de D. Belayew, J. Prignot et F. Lavenne (8) sur la localisation des condensations pneumoconiotiques telle qu'elle apparaissait sur les tomographies de 112 houilleurs.

A partir de ces documents, ces mêmes auteurs (20) ont tenté de préciser les caractères de ces confluences en confrontant leurs constatations avec les publications antérieures sur ce problème (53 références bibliographiques).

#### a. Matériel et méthode de travail.

On a retenu 112 cas consécutifs envoyés à l'Institut d'Hygiène des Mines et montrant des confluences sur un fond micronodulaire.

Les opacités ont été réparties en « opacités discrètes » (dont la partie homogène dépasse un centimètre de diamètre, mais n'atteint pas, sur le cliché simple, la largeur de l'espace intercostal correspondant) et en « opacités étendues » (dont la partie homogène occupe au moins l'espace intercostal antérieur homologue sans atteindre la hauteur de 3 côtes et de 3 espaces intercostaux).

Les « opacités étendues » ont été subdivisées en opacités « A » et « B » selon les critères de classement de Cardiff-Douai, de façon à préciser si à ces deux stades radiologiques correspondait un aspect tomographique caractéristique ; rappelons que la différenciation des opacités A et B laisse une large part à l'interprétation individuelle, les condensations du type B étant « plus » étendues, « mieux » limitées que les condensations du type A et s'en distinguant en outre par un caractère homogène et dense (5).

Les opacités du type C et D de Cardiff-Douai, s'étendant sur plus de 3 espaces intercostaux, n'ont pas été retenues dans cette étude.

La recherche des bacilles de Koch n'a pas été pratiquée systématiquement, mais uniquement dans certains des cas où l'aspect clinique ou radiographique faisait soupçonner l'association à la pneumoconiose d'une tuberculose évolutive.

Le diagnostic de tuberculose a été posé dans 10 cas : il a été fondé sur la présence de bacilles, l'évolution ultérieure ou l'aspect caractéristique de l'image radiologique. Dans 12 cas, la tuberculose a été jugée probable, sur le simple aspect de l'image radiologique.

b. Résultats de ce travail.

Sans entrer dans la description détaillée des opacités faite par les auteurs, nous citerons les conclusions les plus saillantes du travail.

α. Possibilités et limites d'une classification radiographique des pneumoconioses condensées.

La classification de Cardiff-Douai distingue parmi les images condensées les stades A, B, C et D. Les signes radiologiques qui doivent permettre la différenciation entre A et B sont au nombre de quatre : étendue, densité, homogénéité et netteté des contours (5) (21).

La forme A correspond sensiblement aux « localized ambiguous shadows » de Fletcher et collaborateurs et aux « condensations non définies » de l'Institut d'Hygiène des Mines. Les formes B, C et D répondent à la notion de pseudotumeurs. En effet, les similitudes radiologiques avec les tumeurs (densité, homogénéité et limites nettes) ne sont très marquées qu'à ces stades.

Comme nous l'avons souligné plus haut, le libellé des critères de distinction entre A et B est imprécis; à cette imprécision s'ajoute celle inhérente à la technique radiographique. Les caractères des condensations apparaissent plus nettement sur les tomographies que sur les clichés simples. Aussi Belayew, Prignot et Lavenne ont-ils comparé les aspects sur coupes tomographiques aux diagnostics de « A » et « B » posés sur les radiographies standards.

Les protocoles radiographiques ont été basés sur des lectures multiples, dont une en collaboration avec Cochrane et Miall. Cette dernière a montré un bon accord avec les spécialistes britanniques; on n'a pourtant pas suivi ceux-ci dans leur habitude de protocoler « B » les opacités « A » multiples.

Il apparaît d'emblée que la densité, telle qu'elle a été définie sur les planigrammes (opacité au moins égale à celle de l'artère pulmonaire), ne peut constituer un critère discriminatoire tomographique. En effet, dans les rares cas où elle manque, il s'agit en même temps d'opacités peu étendues, non homogènes et à limites floues. Aussi peut-elle être négligée dans cette étude.

Ont été considérées comme étendues, les opacités

dont le grand axe sur les coupes frontales dépassait 7,5 cm. La fréquence maximale se trouvait en effet entre 5 et 7 cm pour les opacités « A » et entre 8 et 9 cm pour les opacités « B ».

Ont été considérées comme homogènes, les opacités comportant sur une des coupes principales un foyer parenchymateux de densité uniforme sur la moitié au moins de son étendue. On n'a pas exigé que la totalité de l'image soit homogène, car il arrive souvent qu'autour des aspects franchement pseudotumoraux, on trouve des macronodules en voie de condensation, qui rendent non homogène la périphérie de l'ombre principale.

Si par ailleurs on n'a pas exigé une homogénéité apparaissant sur toutes les coupes, c'est à la fois pour des raisons anatomiques et à cause de facteurs liés à la technique tomographique. Il est en effet évident qu'en cas de macronodules accolés à une pseudotumeur, les coupes extrêmes ne sont pas homogènes. D'autre part, même en présence de condensations anatomiquement uniformes, l'effacement de structures voisines plus denses ou plus transparentes peut faire apparaître artificiellement sur certaines coupes, des différences d'opacité.

Le contour des opacités a été noté comme flou lorsque, sur la plus grande partie du périmètre, la densité va en se dégradant ou s'il existe dans leur voisinage immédiat des images nodulaires multiples non accolées.

Les tableaux V et VI analysent la répartition des trois caractéristiques retenues (étendue, homogénéité et netteté des contours) respectivement chez les 59 sujets classés A et chez 27 des 28 classés B. On voit que 55,6 % des B (tableau VI, ligne supérieure, à droite) apparaissent indiscutables en tomographie, l'opacité étant à la fois étendue, homogène et à contour net. De même, 33,8 % des sujets classés A (tableau V, ligne inférieure, à gauche) sont tout aussi indiscutables en tomographie, les trois caractères susmentionnés y faisant défaut.

Certains diagnostics posés sur le cliché simple ne se justifient toutefois plus au vu des planigrammes. Il en est certainement ainsi des 5 cas (8,5 %) A étendus, homogènes et à limites nettes (tableau V, ligne supérieure à droite) et du cas (3,7 %) clas-

TABLEAU V.

Caractères tomographiques des opacités principales dans les clichés classés « A ».

Caractères des opacités	Opacités non étendues (< 7,5 cm)		Opacités étendues (> 7,5 cm)	
	Nombre	% de l'ensemble des opacités A	Nombre	% de l'ensemble des opacités A
homogènes à contours nets	12	20,3	5	8,5
homogènes à contours flous	3	5,1	1	1,7
non homogènes à contours nets	7	11,9	3	5,1
non homogènes à contours flous	20	33,8	8	13,6

TABLEAU VI.  
Caractères tomographiques des opacités principales dans les clichés classés « B ».

Caractères des opacités	Opacités non étendues ( $< 7,5$ cm)		Opacités étendues ( $> 7,5$ cm)	
	Nombre	% de l'ensemble des opacités B	Nombre	% de l'ensemble des opacités B
homogènes à contours nets	4	14,8	15	55,6
homogènes à contours flous	1	3,7	1	3,7
non homogènes à contours nets	0	0	3	11,1
non homogènes à contours flous	1	3,7	2	7,4

sé B (tableau VI, ligne inférieure, à gauche), alors que la tomographie révèle une ombre à la fois peu étendue, non homogène et à limites floues. Il faut noter que 3 des cas « A » atypiques avaient été classés « B » lors d'une première lecture. Il est certain que dans ces 6 cas, la tomographie incite à rectifier le diagnostic radiographique.

Il est d'autre part évident qu'il doit exister des cas intermédiaires entre A et B, la pneumoconiose confluyente étant essentiellement polymorphe et progressive et pouvant être intriquée avec d'autres affections. Il n'est donc pas étonnant que les 3 caractéristiques puissent être dissociées (autres chiffres des tableaux V et VI).

Si l'on considère que la présence de deux des caractéristiques est nécessaire et suffisante pour faire le diagnostic de B sur coupes tomographiques, il y aura concordance entre le diagnostic radiographique et tomographique dans 23 cas sur 27, soit 85 %.

Si l'absence de deux des caractéristiques est nécessaire et suffisante au diagnostic de « A », 38 cas sur 59 (64 %) seulement resteraient « A » tandis que 21 (36 %) deviendraient « B ». Il faut toutefois noter que dans 12 de ces 21 cas, les deux caractéristiques présentes étaient l'homogénéité et la netteté des contours, alors que l'étendue était parfois nettement au-dessous de 7,5 cm : il paraît logique dans ces circonstances d'attribuer au critère étendue une valeur supérieure aux deux autres ; des opacités d'un diamètre de 2 à 3 cm ne méritent certainement pas d'être classées « B ».

Avec cette correction, on trouve finalement une concordance entre les lectures radiographiques et tomographiques dans environ 80 % de l'ensemble des cas classés A et B.

Les 20 % de divergence sont dus au fait que sur les clichés standards la superposition de structures situées en avant et en arrière des lésions principales tend à les faire apparaître comme floues, non homogènes et non denses alors que la tomographie leur reconnaît ces caractères.

$\beta$ . Eléments tomographiques utiles au diagnostic de la tuberculose.

Le travail de Belayew, Prignot et Lavenne (8) sur la tomographie des foyers confluentes a montré que les lésions développées sur un fond pneumoconiotique X ou 1 sont très suspectes de tuberculose ; il en est de même des condensations du lobe supérieur gauche sans confluences concomitantes du lobe supérieur droit. Par contre, la fréquente asymétrie des foyers pneumoconiotiques sans surinfection tuberculeuse enlève à ce signe toute signification pour le diagnostic de la phtisie des mineurs.

Il restait à envisager les renseignements complémentaires que peut donner l'aspect tomographique des confluences en vue du diagnostic différentiel entre pneumoconiose condensée et silico-tuberculose.

En ce qui concerne la forme des opacités, les images macronodulaires, ovoïdes et allongées verticalement sont bien caractéristiques de la pneumoconiose où par contre, les aspects infiltratifs sont rares et très suspects de bacillose. Contrairement à l'avis de Morel (22), le caractère flou des limites ne peut servir de diagnostic entre les deux affections vu sa grande fréquence dans la pneumoconiose. Les lésions peu denses, rares dans les condensations pneumoconiotiques, suggèrent une étiologie tuberculeuse. Comme Worth (23) l'avait déjà signalé, les calcifications ne se rencontrent pas souvent dans la pneumoconiose des houilleurs. Il n'en est pas de même des rétractions ni de l'extension des foyers jusqu'à la plèvre latérale et postérieure : leur caractère courant dans la pneumoconiose enlève à ce signe toute signification dans le diagnostic positif de phtisie ; on ne peut donc, à ce point de vue, partager l'opinion de Pendergrass (24).

En ce qui concerne le contact avec le hile, il est rare aux stades initiaux de la pneumoconiose condensée, mais se retrouve par contre plus souvent aux stades plus avancés, à la suite des phénomènes de rétraction. Comme l'a signalé Balestra (25), une opacité débutante située au contact du hile est très suspecte de tuberculose ; par contre, la présence

de traînées reliant les foyers périphériques au hile est banale dans la pneumoconiose condensée et ne constitue pas à elle seule un argument en faveur d'une tuberculose évolutive.

Les « images croisées » ont été spécialement étudiées.

Celles-ci sont fréquentes dans la tuberculose cavitaire, où elles signent une dissémination bronchique. La plus classique est constituée par l'association d'une lésion creusée axillaire et postérieure avec un ensemencement du côté opposé dans les champs pulmonaires moyens surtout en avant (figure 1) ; le caractère croisé de l'image doit s'apprécier dans l'espace au moyen de coupes tomographiques sériées.



Fig. 1.

Les lésions tuberculeuses situées dans l'apex du poumon provoquent des disséminations non dans le poumon opposé mais dans la base homolatérale. Bien qu'un seul poumon soit atteint, on peut, par assimilation au cas précédent, parler ici également d'image croisée.

Dans un groupe contrôle constitué par 40 cas de tuberculose pulmonaire bacillifère en dehors de toute pneumoconiose, l'image d'ensemencement bronchogène contro- ou homolatéral a été trouvée dans 14 cas, soit 28 %.

Parmi les 112 sujets atteints de pneumoconiose condensée, on trouve des lésions répondant aux critères topographiques des images croisées dans 18 cas, dont 2 de lésions discrètes, 8 au stade A et 8 au stade B. Parmi ces 18 patients, 6 sont, pour d'autres raisons, suspects de tuberculose.

Les images croisées sont donc moins fréquentes dans la pneumoconiose confluyente (16 %) que dans la tuberculose de l'adulte. Elles doivent faire soupçonner la bacillose et conduire à des recherches bactériologiques approfondies.

Selon Fletcher (15), les stades précoces de la pneumoconiose condensée ressemblent étroitement à la tuberculose de réinfection, à la fois en ce qui concerne la topographie et la morphologie des opacités. Cet auteur signale toutefois qu'il existe sou-

vent des particularités permettant de distinguer ces deux types de lésions.

Les recherches de Belayew, Prignot et Lavenne ont mis l'accent sur ces particularités qui apparaissent surtout en tomographie. Ce qui oppose le plus nettement la tuberculose de réinfection à la fibrose progressive débutante, c'est d'une part la densité des lésions, qui est précoce dans la fibrose massive progressive et d'autre part les formes particulières que revêt souvent cette dernière (aspects bipolaires, etc. décrits plus haut).

Il est toutefois difficile chez les empoussiérés de distinguer radiologiquement les condensations non bacillifères des lésions confluentes silico-tuberculeuses.

### 3. — Recherche

#### sur les épreuves fonctionnelles pulmonaires à l'effort par la méthode en circuit fermé.

##### A. Intérêt de la méthode en circuit fermé par rapport à la méthode en circuit ouvert.

L'étude de la ventilation et des échanges respiratoires à l'effort peut s'effectuer par deux types de méthodes : en circuit ouvert et en circuit fermé.

Dans la méthode en circuit ouvert en usage jusqu'ici au laboratoire d'exploration fonctionnelle de l'Institut d'Hygiène des Mines, l'air expiré est recueilli dans un sac de Douglas, mesuré dans un spiromètre de Tissot et analysé à la micro-méthode de Scholander. On obtient ainsi les équivalents respiratoires qui peuvent être définis par le rapport du nombre de litres d'air ventilés au nombre de litres d'oxygène consommés ou de CO<sub>2</sub> excrétés, ainsi que le quotient respiratoire, c'est-à-dire le quotient du nombre de litres de CO<sub>2</sub> excrétés par le nombre de litres d'oxygène consommés. Vu la durée des dosages chimiques de la teneur en oxygène et en CO<sub>2</sub> de l'air expiré, on doit généralement se contenter d'analyser l'air recueilli durant la dernière minute de l'effort. Celui-ci doit être suffisamment long pour qu'on atteigne une stabilisation de la ventilation et des échanges respiratoires. Le temps nécessaire pour atteindre ce régime stable ou « steady-state » est encore mal précisé et varie avec l'intensité de l'effort et la condition physique du sujet examiné. En ce qui concerne la prise d'oxygène et le rejet de CO<sub>2</sub>, le régime stable semble apparaître entre la 5<sup>e</sup> et la 10<sup>e</sup> minute d'exercice, tandis qu'il n'existe même pas de régime stable rigoureux pour le débit ventilatoire (26).

Les méthodes en circuit fermé doivent permettre de suivre la ventilation et les échanges respiratoires avant l'effort, au cours de celui-ci et durant la période de récupération. Au lieu de mesures instantanées comme celles obtenues en circuit ouvert, on peut obtenir toute une courbe décrivant l'évolution

dans le temps des variables physiologiques, sur laquelle on peut choisir les valeurs correspondant au « steady state ». D'autre part, les courbes obtenues permettent de calculer la dette ventilatoire et la dette d'oxygène encourues au début de l'effort et payées au cours de la récupération.

### B. Ecueils de la méthode en circuit fermé.

La méthode en circuit fermé s'est pratiquement substituée à la méthode en circuit ouvert pour la détermination du métabolisme de base et du métabolisme au repos. Par contre, pour le métabolisme à l'effort, elle comporte des causes d'erreurs auxquelles échappe la méthode en circuit ouvert. C'est ce qui explique que celle-ci soit restée en faveur pour les épreuves d'effort.

En effet, pour convenir à la mesure des échanges respiratoires lors d'efforts importants, un spiromètre doit répondre aux conditions suivantes :

a) assurer un débit instantané suffisant, c'est-à-dire au moins égal au débit inspiratoire instantané maximum ;

b) posséder un système de refroidissement empêchant l'échauffement des gaz du circuit par les calories provenant tant des poumons du sujet que de la réaction exothermique d'absorption du  $\text{CO}_2$ . L'échauffement des gaz en modifiant les volumes du circuit fausse la mesure de consommation d'oxygène. En effet, celle-ci est déterminée par la quantité de ce gaz qui doit être ajoutée au circuit pour en maintenir le volume constant ;

c) posséder un système de neutralisation rapide du  $\text{CO}_2$  excrété. En effet, tout défaut de neutralisation de ce gaz entraîne une augmentation du pourcentage de  $\text{CO}_2$  inspiré, ce qui amène une augmentation du débit ventilatoire, le  $\text{CO}_2$  étant en effet le plus puissant excitant du centre respiratoire. Une augmentation de la ventilation pour une consommation donnée d'oxygène augmente évidemment les équivalents respiratoires. D'autre part, lorsque l'absorption de  $\text{CO}_2$  est incomplète, le chiffre de consommation d'oxygène est sous-estimé vu le principe de mesure par volume constant ;

d) enfin, permettre une détermination continue du  $\text{CO}_2$  excrété.

Aucun spiromètre proposé jusqu'ici ne réalisait la condition (d) et dans la plupart des cas les conditions (a) (b) et surtout (c) n'étaient pas pleinement satisfaites.

### C. Usage du métabographe de Fleisch.

Le métabographe de Fleisch (2), dont nous disposons depuis janvier 1957, répond par contre aux desiderata exposés ci-dessus.

#### a. Schéma de l'appareil.

Il se compose d'un circuit d'air auquel le patient est relié par l'intermédiaire d'un masque étanche.

L'air expiré par le sujet est chassé par une pompe rotative 1 vers une chambre cylindrique où se réalise l'absorption du  $\text{CO}_2$ , puis retourne dans le masque, bouclant ainsi le circuit. Une partie du courant d'air est dérivée dans un double spiromètre couplé 2. Le tuyau 3 permet d'ajouter au circuit, par un mécanisme décrit plus loin, de l'oxygène préalablement décomprimé dans un sac.

La neutralisation du  $\text{CO}_2$  est assurée par du KOH dont le carter de la chambre d'absorption contient une réserve, le niveau en étant maintenu constant par un trop plein 4. Un apport plus ou moins constant de KOH frais par l'entrée 5 ne modifie donc pas le volume total du liquide de neutralisation. Le KOH, aspiré par la pompe rotative 6 couplée avec celle du circuit d'air, est refoulé par les conduits  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  dans la tuyauterie 7, d'où il retombe dans le carter sous forme de pluie mouillant les disques d'acier représentés sur le schéma 8. Un engrenage conique anime ces disques d'un mouvement de rotation lent 9.

Les trois tuyaux  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  jouent un rôle très différent. Tandis que la plus grosse partie du KOH passé par  $\alpha$ , le restant circule dans le tuyau  $\beta$  entre une série d'électrodes de platine destinées à mesurer la conductivité du KOH. Le tuyau  $\gamma$  entoure une cellule de mesure exactement semblable traversée par de la potasse fraîche et contient lui-même du KOH partiellement neutralisé. Ce manchon de potasse est destiné à augmenter la précision des mesures en portant à la température de la chambre d'absorption la cellule baignée par le KOH frais. Les deux cellules sont opposées dans les branches d'un pont de Wheatstone.

Enfin, la chambre d'absorption du  $\text{CO}_2$  est maintenue à une température constante de 20° C au moyen d'une circulation d'eau 10 dont le débit est réglé par un thermostat non représenté. Ceci permet également de maintenir la température du gaz circulant aux environs de 20° C.

Les contacts électriques commandés par des cames dont sont garnis les arbres de commande des pompes d' $\text{O}_2$  et de KOH permettent à un totalisateur électrique d'inscrire par 1/2 minute la quantité de  $\text{O}_2$  fournie à l'appareil (aiguille II) et le nombre de  $\text{cm}^3$  de KOH frais injectés dans la chambre d'absorption (aiguille III). La cloche du double spiromètre couplé inscrit directement sur le tambour du spiromètre la courbe de ventilation du sujet examiné (aiguille V). Un intégrateur 11 représenté sur le schéma donne les impulsions destinées à enregistrer le débit ventilatoire à partir des mouvements de la cloche du double spiromètre couplé ; une autre plume n° IV permet d'inscrire soit le QR, soit l'équivalent respiratoire pour l' $\text{O}_2$ .

#### b. Fonctionnement du circuit fermé.

Le patient relié au métabographe par un masque étanche modifie continuellement le volume et la

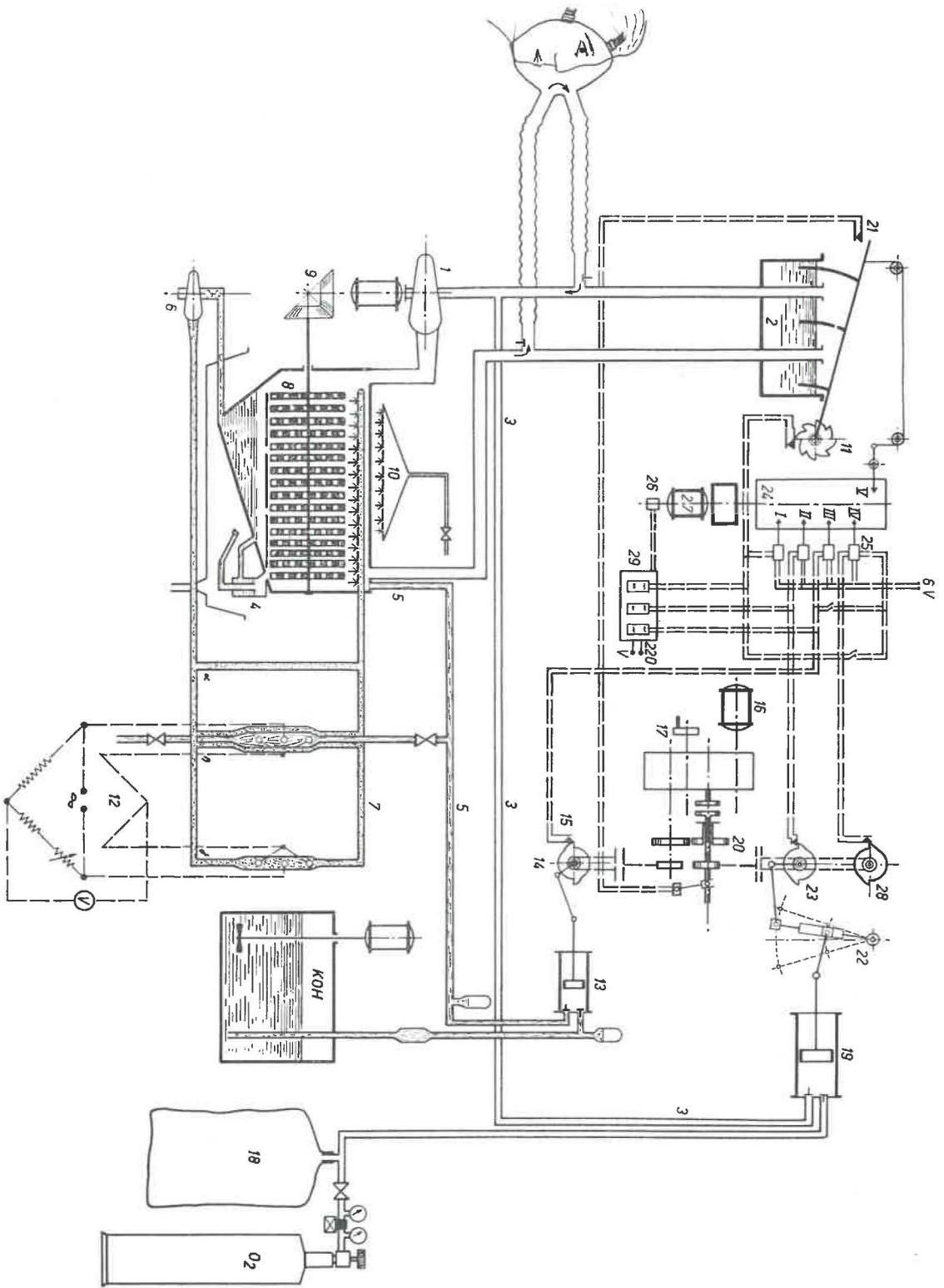


Fig. 2.

composition de l'air contenu dans l'appareil. Le danger de « rebreathing » (réaspiration par le patient de l'air qu'il vient d'expirer) était un des écueils principaux à éviter. Pour y remédier, il faut que la pompe ait à chaque instant un débit au moins égal au débit instantané inspiratoire ou expiratoire. Lors d'efforts importants, les débits instantanés atteignent 6 à 8 litres/seconde. Pour laisser une marge de sécurité, les pompes devraient donc avoir un débit constant de 9 litres/seconde, ce qui correspond à 540 litres/minute. Mais si l'on évite de cette façon le danger de rebreathing, on s'expose par contre à créer ainsi une surpression dans le masque pendant la phase expiratoire au cours de laquelle s'ajoute au débit de l'appareil le volume d'air provenant des poumons du patient. Il peut en résulter un soulèvement du masque avec perte d'étanchéité du circuit.

L'utilisation d'un spiromètre à double compartiment permet de réduire de moitié le débit de la pompe. Ce spiromètre est constitué d'une cloche étanche divisée en deux parties égales par une cloison percée d'une petite ouverture à sa partie supérieure. La cloche, dont les deux compartiments sont de section rectangulaire, oscille autour d'un axe horizontal situé à hauteur du niveau d'eau ; de cette façon, les volumes des deux compartiments du spiromètre sont pour chaque position rigoureusement égaux.

Grâce à la disposition des tuyaux d'arrivée et de sortie des gaz du spiromètre et grâce à l'égalité de volume des cloches, toute modification de hauteur de la cloche ne déplace dans chaque tuyau qu'un volume égal à la moitié de ce qu'il serait pour un spiromètre à chambre unique.

Si le spiromètre était simple, la pompe rotative chasserait dans la cloche au cours de la phase expiratoire un volume d'air correspondant à un débit de régime auquel s'ajoute le volume expiré par le patient. Par contre, la pompe équipant un double spiromètre couplé ne doit aspirer et refouler qu'un volume d'air égal à la moitié seulement de ce que le sujet expire. En effet, la quantité d'air expirée par le patient est répartie de façon égale dans chacune des branches du T, dont l'une va vers le premier compartiment du spiromètre et dont l'autre est reliée à l'entrée d'air de la pompe. Lors du soulèvement de la cloche, provoqué par l'expiration du patient, la pompe ne doit refouler vers le 2<sup>m</sup>e compartiment du spiromètre que la moitié du volume, ce qui revient à dire que pour un débit expiratoire donné l'usage d'un double spiromètre couplé permet de réduire de moitié le débit de la pompe sans risque de rebreathing. Un raisonnement analogue peut être établi pour la phase inspiratoire du cycle respiratoire. La petite ouverture percée à la partie supérieure de la cloison séparant les deux cloches est destinée à prévenir toute différence de pression dans l'une ou l'autre des chambres et à laver con-

tinuellement l'air qui y séjourne. En fait, la pompe à air du metabographe débite 270 litres/minute, ce qui suffit à éviter à la fois le rebreathing et le danger de surpression dans le masque. Même au cours d'efforts ventilatoires élevés, nous n'avons jamais observé de modifications notables de la pression dans le masque, dont l'étanchéité est très satisfaisante pour une gêne minime.

Le metabographe réalise l'enregistrement du débit ventilatoire à partir des mouvements de la cloche du spiromètre. Une plume inscrit les cycles respiratoires sur lesquels on peut calculer la fréquence respiratoire et le volume courant, tandis qu'un montage intégrateur envoie par demi-litre d'air inspiré ou expiré une impulsion électrique dans le totalisateur inscripteur. Ce système permet l'enregistrement continu du débit ventilatoire.

### c. Absorption du CO<sub>2</sub>.

Malgré le débit ventilatoire élevé de 270 litres/minute, le metabographe assure de façon satisfaisante la neutralisation du CO<sub>2</sub>, dont la concentration se situe avant l'absorption entre 0,08 % et 1,5 %. Même au cours d'efforts très intenses, on n'a jamais relevé des concentrations en CO<sub>2</sub> dans l'air inspiré supérieures à 0,3 %. La neutralisation du CO<sub>2</sub> est assurée par du KOH 2n dont le degré de carbonatation exprime indirectement la quantité de CO<sub>2</sub> absorbée et partant, excrétée par le patient. Pour autant que le degré de neutralisation du KOH reste constant pendant toute la durée de l'épreuve, la quantité de KOH frais envoyée dans l'appareil est directement proportionnelle à l'excrétion de CO<sub>2</sub> par le sujet.

Le courant gazeux provenant du masque est refoulé par la pompe rotative dans la chambre d'absorption contenant des disques troués et animés d'un mouvement lent de rotation. Ils sont mouillés par une pluie de KOH. Ce montage permet une absorption quasi instantanée du CO<sub>2</sub>. La mesure continue de la teneur en CO<sub>2</sub> est assurée par un dispositif physique basé sur la diminution de conductivité du KOH 2n partiellement neutralisé par CO<sub>2</sub>. La résistance électrique de ce dernier est comparée pendant toute la durée de l'expérience avec celle du KOH frais. A cette fin, les deux solutions passent à travers deux cellules en matière plastique contenant des électrodes de platine. Chaque cellule est opposée de façon continue dans un pont de Wheatstone 12 à une résistance déterminée préalablement par étalonnage. Toute modification dans le degré de neutralisation du KOH se manifeste en moins de 4 secondes par une déflexion de l'aiguille du voltmètre. L'opérateur se basant sur les indications de ce dernier introduit au moyen d'une pompe 13 la quantité de KOH frais nécessaire au maintien constant du degré de neutralisation. Dans le metabographe, le titre de KOH initialement de deux fois normal passe à 0,65 normal, ce qui équi-

vaut à une fixation par litre de KOH de 15 litres normaux de CO<sub>2</sub>. A chaque tour, la pompe débite 2,66 cm<sup>3</sup> de KOH, quantité qui absorbera 40 cm<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub>. L'axe de la pompe est muni de deux cames 14 destinées à commander un contact électrique 15 transmettant une impulsion à un système de totalisation. La pompe à KOH est entraînée au moyen d'un moteur 16 dont la vitesse, réglable par une manivelle 17, permet de modifier le débit d'après les besoins de neutralisation.

d. Alimentation en oxygène.

Le mélange gazeux contenu dans le metabographe est d'autre part enrichi périodiquement en oxygène qui remplace celui qui a été consommé par le patient. L'oxygène détendu dans un sac 18 est chassé dans le circuit par une pompe 19 capable de travailler à deux régimes. Si le quotient respiratoire ne se modifie pas, la production de CO<sub>2</sub> et la consommation en O<sub>2</sub> sont liées et varient dans les mêmes proportions. Le metabographe réalise ce premier couplage au moyen d'une série d'engrenages 20. Cependant, lors de modifications du quotient respiratoire, le maintien dans l'appareil d'un volume constant est en outre assuré par la position même de la cloche du spiromètre. Celle-ci est munie d'un contact électromagnétique 21 qui, par l'envoi d'une impulsion électrique, modifie la combinaison d'engrenages 20 dans la boîte de vitesse lorsque le volume du circuit diminue. Automatiquement, la pompe débite plus rapidement le volume d'oxygène qui manquait dans le circuit et remonte la cloche à sa hauteur initiale. A ce moment, le contact électrique 21 se referme et la vitesse de rotation précédente est reprise. Un dispositif à coulisse 22 est prévu dans un levier intermédiaire du mécanisme de commande de la pompe d'oxygène et permet le réglage du volume débité en fonction de la température ambiante et de la pression barométrique. Comme pour la pompe à KOH, l'établissement d'un contact électrique par les deux cames 23 que porte l'arbre, envoie des impulsions au système de totalisation.

e. Mode d'inscription du metabographe.

Les diverses valeurs physiologiques sont inscrites sur le papier du tambour 24 par des stylets à déplacement vertical (I, II, III, IV, V de la figure 2). Seule la plume supérieure (V), entraînée directement par les mouvements de la cloche, dessine une courbe continue (spirogramme de la figure 3). Les autres plumes sont entraînées par des électroaimants 25 qui les soulèvent d'un millimètre par impulsion électrique reçue, tout en les maintenant à la hauteur acquise entre les impulsions. La rotation du tambour et le soulèvement des stylets donnent aux quatre tracés inférieurs de la fig. 3 un aspect en escalier. Un contact électrique 26, entraî-

né par le moteur synchrone 27 du tambour, fait retomber toutes les demi-minutes les stylets I, II et III.

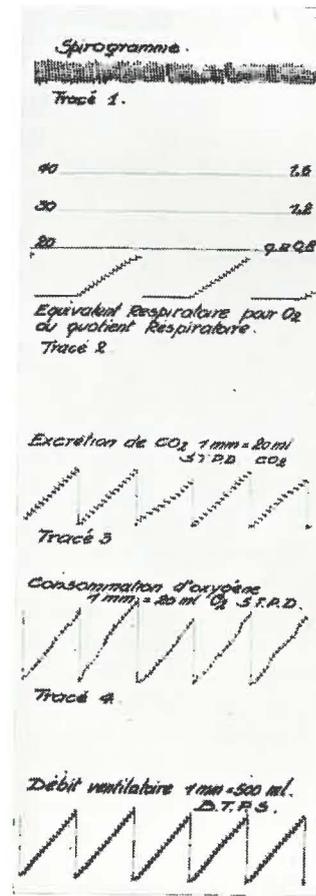


Fig. 3.

On obtient ainsi sur les tracés 3 et 4 de la fig. 3 l'excrétion de CO<sub>2</sub> et la consommation d'O<sub>2</sub> par demi-minute, ces deux valeurs étant automatiquement ramenées aux conditions standards de mesure : S.T.P.D. c'est-à-dire température standard (0°), pression standard (760 mm), air sec. La courbe 5 donne le débit ventilatoire par demi-minute, mais celui-ci est ramené aux conditions de température réelle du corps (37° C), de pression ambiante et de saturation complète en vapeur d'eau (B.T.P.S.). Il est en effet logique et d'usage courant en physiologie d'exprimer les volumes pulmonaires dans les conditions où les gaz respiratoires se trouvent dans les poumons.

En outre, le système combiné de totalisation et d'inscription permet l'enregistrement sur le tracé 2 de la fig. 3, soit de l'équivalent respiratoire pour l'oxygène (rapport entre le volume d'air ventilé et le volume d'oxygène consommé), soit du quotient respiratoire (rapport entre le volume de CO<sub>2</sub> excrété et le volume d'O<sub>2</sub> consommé). Si l'on règle la chute du stylet « débit ventilatoire » non en fonc-

tion du temps mais en fonction de la consommation d'oxygène, la hauteur de l'escalier obtenu est directement proportionnelle à la valeur de l'équivalent respiratoire pour l'oxygène. Un contact 28, entraîné par la pompe d'oxygène, fait alors tomber la plume (IV) mobilisée d'autre part par l'intégrateur du spiromètre. Si l'on désire par contre enregistrer le quotient respiratoire, cette même plume doit recevoir des impulsions provenant de la pompe à KOH, tandis que sa chute reste commandée par la pompe d'oxygène.

#### f. *Etude des courbes.*

Pendant la durée de l'épreuve, l'opérateur ne peut que surveiller le tracé et en apprécier l'allure générale. Il faut ensuite mesurer la hauteur des différentes pointes dessinées pour le débit ventilatoire, l'oxygène et le CO<sub>2</sub> afin d'obtenir les valeurs exactes. Le temps requis pour la mesure et l'inscription des résultats est au moins aussi long que la durée de l'épreuve. Il s'est montré intéressant de pouvoir relever les différentes données au cours de l'épreuve elle-même. On gagne un temps précieux et on diminue les risques d'erreurs. A cette fin, nous avons mis au point deux séries de trois compteurs 20 qui, comme les plumes, reçoivent respectivement les impulsions du débit ventilatoire, de l'oxygène et du CO<sub>2</sub>. Un système de relais permet de totaliser sur les trois premiers compteurs ces différentes valeurs pendant une minute. Après une pause d'une demi-minute destinée à la lecture des résultats, ces trois premiers compteurs sont remis à zéro afin de permettre une totalisation pendant la minute suivante. Pendant la lecture et la remise à zéro, la seconde série de compteurs est automatiquement branchée sur les circuits et enregistre les résultats pour en permettre ensuite la lecture.

Cette amélioration mise au point par les ingénieurs de l'Institut d'Hygiène des Mines a donné pleinement satisfaction. Le gain de temps est considérable et la précision des mesures est accrue.

#### 4. — Recherches sur l'entraînement aux hautes températures.

Nous avons rapporté antérieurement (27) les travaux de Lavenne et Belayew (28) sur les entraînements des sauveteurs aux hautes températures, réalisés à la Centrale de Sauvetage du bassin charbonnier du Borinage.

On trouvera dans les publications mentionnées ci-dessus la description de la chambre et des séances d'entraînement. Les exercices ont une durée de deux heures et sont effectués dans une ambiance où en moyenne  $t_s = 43,2^\circ \text{C}$ ,  $t_h = 30,6^\circ \text{C}$  et où  $\varphi$  varie de 58 à 45 %.

Lavenne et Belayew avaient conclu d'une part à l'innocuité pour les sujets bien entraînés de ces efforts particulièrement pénibles en milieu sur-

chauffé et d'autre part à leur utilité tant sur le plan psychologique que sur le plan physiologique.

Au point de vue physiologique, le but est d'entretenir l'acclimatation aux hautes températures. Vu l'organisation de la Centrale où les sauveteurs sont de garde durant une quinzaine toutes les 6 semaines, on avait fixé la fréquence des séances d'entraînement à une toute les 6 semaines. Cette fréquence avait paru suffisante à Lavenne et Belayew (28), qui n'ont pas trouvé de réactions subjectives ou objectives défavorables lors de la reprise de l'exercice après le délai fixé. Eichna (29) avait d'ailleurs montré que, si en hiver l'acclimatation était presque entièrement perdue en trois semaines, la majeure partie de l'accoutumance était par contre conservée en été après un délai de 6 semaines. Les sauveteurs, travaillant entretemps dans des mines profondes, y trouvent des conditions de climat voisines de celles de l'été.

Il était pourtant important de préciser par une étude systématique à quel point l'accoutumance des sauveteurs était conservée après 6 semaines. Au cours de l'année 1957, P. Leyh (30) a repris cette étude.

Au cours des mois d'hiver, 18 sauveteurs volontaires, préalablement entraînés à des exercices pénibles dans des ambiances chaudes, ont effectué une série d'exercices rapprochés (5 en 9 jours) après un délai de 6 semaines durant lequel aucun entraînement n'avait été pratiqué. Ces sauveteurs avaient toutefois travaillé entretemps au fond de la mine.

Chaque entraînement comportait un effort de deux heures dans une ambiance dont les conditions climatiques moyennes ont été précisées ci-dessus. On a suivi au cours de cet effort l'évolution de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire, de la pression artérielle, des températures internes (buccale et rectale) et cutanées et de la température de l'air inspiré. On a en outre mesuré la perte de liquides par sudation et le débit urinaire.

Si les résultats obtenus lors de la 5<sup>e</sup> séance étaient statistiquement différents de ceux de la première séance, on serait fondé à conclure à un phénomène de réadaptation à ces exercices et par conséquent à une perte d'acclimatation durant l'intervalle de 6 semaines.

Les expériences réalisées par P. Leyh ont permis de répondre à cette question. D'autre part, tout en confirmant les travaux antérieurs de Lavenne et Belayew sur les réactions générales, les variations de la température interne, les modifications circulatoires et la perte de liquides au cours des entraînements, elles ont apporté des données nouvelles notamment sur la température de l'air inspiré dans l'appareil Draeger, sur la relation entre la température buccale et la température rectale, et sur la température cutanée.

a. *Persistence de l'accoutumance après un délai de 6 semaines.*

La comparaison des résultats recueillis lors d'épreuves se succédant à un intervalle de peu de jours permet de conclure que la majeure partie de l'acclimatation est en général conservée. L'amélioration des réponses physiologiques entre la première et la cinquième séance se limite à une diminution de la fréquence cardiaque de 9 pulsations par minute en moyenne, qui est surtout significative au maximum de l'effort. Toutefois, même en ce qui concerne la fréquence cardiaque, un seul entraînement suffit à rendre une pleine accoutumance.

Les sauveteurs préalablement entraînés aux hautes températures sont donc capables d'effectuer, après un délai de 6 semaines, des prestations fatigantes en ambiance surchauffée, sans qu'il soit nécessaire de les réacclimater aux hautes températures. Il ne paraît donc pas utile de réduire l'intervalle fixé antérieurement par Lavenne et Belayew (28) entre les exercices d'entraînement.

b. *Température de l'air inspiré, température buccale et rectale, et température cutanée des sauveteurs.*

α. *Température buccale et température rectale.*

La température de l'air inspiré avec l'appareil Draeger atteint en moyenne 42 à 43° C au cours de l'effort et s'élève dans un cas jusqu'à 47,5° C (fig. 4). Ceci justifie de nouveaux essais avec appareils respiratoires à air liquide, qui seront entrepris au cours de l'année 1958.

β. *Température buccale et température rectale.*

L'inspiration d'air surchauffé entraîne une élévation légèrement plus grande de la température buccale ; pour cette raison, la température rectale constitue un meilleur test des variations de la température interne. Signalons qu'on n'a rencontré de la part des sauveteurs aucune opposition d'ordre psychologique à ces mesures, pourtant répétées fréquemment.

γ. *Température cutanée.*

La température cutanée varie considérablement d'un endroit à l'autre de la surface corporelle et elle n'évolue pas parallèlement à la température interne ; elle est fortement influencée par l'évaporation de la sueur ; or, la sudation apparaît plus importante durant la seconde partie de l'exercice ; c'est ce qui explique sans doute le fait que la température cutanée tend à s'abaisser en fin d'exercice tandis que la température interne varie peu ou continue à s'accroître légèrement. Les mesures de la température cutanée effectuées par P. Leyh nous seront de grande utilité pour la discussion de la valeur des diagrammes de Belding et Hatch (31) établissant les bilans calorifiques des travailleurs dans des ambiances surchauffées.

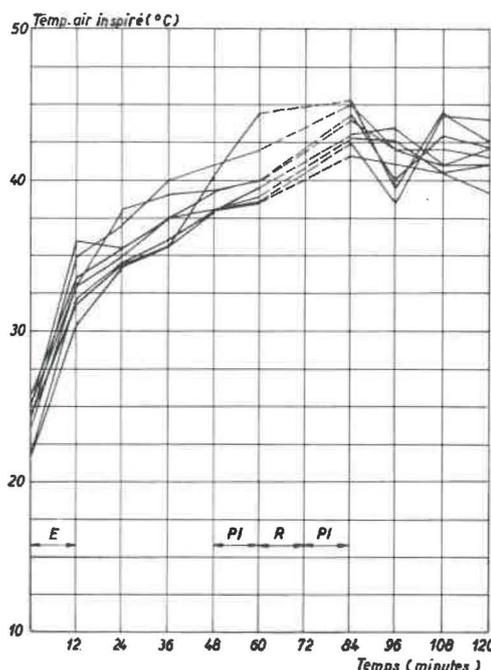


Fig. 4.  
E. montées d'échelle  
P.I. plan incliné  
R. repos de 12 minutes.  
Variation de la température de l'air inspiré au cours de l'exercice (mesures faites chez 8 sauveteurs).

II. — TRAVAUX DE LA SECTION TECHNIQUE

1. — *Lutte contre les poussières.*

A. *Analyse des poussières. Conimétrie.*

a. *Corrélation hand-pump - précipitateur thermique.*

Nous avons annoncé l'année dernière dans cette même revue (1), le début d'une longue série de prélèvements de poussières dans tous les chantiers des Charbonnages de Houthalen et à tous les postes. Le but était d'établir une relation entre les indications de la pompe à main P.R.U. et le nombre de particules comptées à partir de prélèvements ef-

fectués au précipitateur thermique au même endroit et au même moment. Après avoir rappelé les divers modes d'expression des résultats de la mesure à la pompe à main, nous avons montré que le résultat exprimé en pourcentage de lumière transmise ne pouvait à lui seul définir un empoussiérage quelconque avec suffisamment de précision. Au vu des 60 premiers résultats des prélèvements simultanés avec le précipitateur thermique (effectués principalement pendant l'abattage du charbon), nous pensons que la corrélation hand-pump - précipitateur thermique était néanmoins possible si l'on pre-

nait comme paramètre la teneur en cendres des poussières aériennes prélevées dans le chantier.

Nous nous sommes dès lors fixés un nombre de prélèvements de l'ordre de 250 au précipitateur thermique avant d'entreprendre les calculs statistiques de corrélation. Nous avons classé les valeurs trouvées en fonction de la teneur en cendres des poussières aériennes : < 10 %, puis par tranches de 5 en 5 % jusque 50 % et par tranches de 10 en 10 % au delà de 50 %.

Nous avons constaté, par exemple, qu'à une même valeur du pourcentage moyen de lumière transmise, 80 %, correspondaient les concentrations suivantes :

510 particules/cm <sup>3</sup>	de 5 à 1 μ (s <sub>x</sub> = 187)	}	pour 10 à 15 %
1210 particules/cm <sup>3</sup>			
650 particules/cm <sup>3</sup>	de 5 à 1 μ (s <sub>x</sub> = 160)	}	pour 30 à 35 %
1800 particules/cm <sup>3</sup>			

Nous mentionnons entre parenthèses l'estimation s<sub>x</sub> de la dispersion qui résulte de l'emploi de la droite de régression pour calculer la concentration correspondant à un pourcentage donné de lumière transmise. On l'obtient par application de la formule

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum (X - x)^2 (1 - r^2)}{n}}$$

dans laquelle X est la moyenne des n concentrations x mesurées et r le coefficient de corrélation.

Si l'on veut rester sur le plan pratique, prendre la teneur en cendres des poussières comme paramètre est à vrai dire une vue de l'esprit, car il est impossible a priori de prévoir la teneur en cendres des particules en suspension même si l'on connaît la teneur des produits travaillés et manutentionnés; une analyse minutieuse est indispensable. D'autre part, comme la hand-pump (H.P.) nous est imposée dans les chantiers d'abattage quels que soient le travail exécuté et le poste contrôlé, on ne doit pas réglementairement tenir compte des variations, pourtant importantes, de la teneur en cendres. On trouve dès lors qu'à la valeur de 90 % à la hand-pump correspond une teneur de 370 particules/cm<sup>3</sup> de 1 à 5 μ avec un écart quadratique s = 200 et à 75 % hand-pump correspond 1.200 particules/cm<sup>3</sup> de 1 à 5 μ avec un écart s = 500.

Ces résultats basés sur plus de 250 prélèvements faits dans des tailles différentes et à des postes différents, sont décevants. Après avoir fait 125 nouveaux prélèvements au précipitateur thermique (accompagnés de mesures simultanées à la hand-

pump), nous avons constaté que, sur la base de 380 séries de mesures comparatives, la valeur moyenne du pourcentage de lumière transmise de 10 clips de hand-pump a la signification suivante au palier de confiance de 90 % :

75 % hand-pump	2.700 ± 1.450 particules/cm <sup>3</sup> de 5 à 0,5 μ
90 % hand-pump	1.100 ± 600 particules/cm <sup>3</sup> de 5 à 0,5 μ

Comme on le voit, la détermination des concentrations numériques à partir de mesures faites à la hand-pump reste très peu précise. Pour améliorer cette précision, il faudrait tenir compte de la granulométrie des empoussiérages. Nous avons dès lors réparti les différentes valeurs trouvées suivant le mode de travail adopté dans le chantier. Nous distinguons 5 catégories de tailles, ce qui permettra d'étendre nos résultats aux chantiers de même type des autres mines, tout au moins en Campine : chantiers avec abattage au marteau-pic, avec havage et sans havage, transport par courroie ou par convoyeur blindé, abattage par rabot et transport par convoyeur blindé.

Moyennant cette nouvelle répartition, nous pensons définir avec une précision passable la signification la plus probable des mesures à la hand-pump, mais nous sommes arrivés à la conclusion que pour donner une estimation acceptable du risque pneumoconiotique la hand-pump doit être étalonnée pour chaque chantier et pour chaque poste (la publication de ce travail est prévue dans les premiers mois de 1958).

En conclusion, la hand-pump reste un instrument précieux pour l'ingénieur de sécurité qui veut comparer les empoussiérages au jour le jour dans un chantier; elle ne lui permet pas de comparer un poste avec un autre poste dans le même chantier. Sans étalonnage, elle exclut même toute possibilité de comparer une taille à une autre taille.

#### b. Corrélation conimètre de Watson - précipitateur thermique.

Tout comme pour la hand-pump, le travail de corrélation conimètre de Watson - précipitateur thermique, a été entrepris dans le cadre de la vaste campagne de prélèvements effectués aux Charbonnages de Houthalen. Une des phases de cette étude a porté sur la reproductibilité de plusieurs conimètres opérant simultanément dans le même nuage poussiéreux. Les essais à diverses concentrations ne se sont pas cependant déroulés tous au même moment : trois des cinq appareils contrôlés étaient utilisés d'une manière intensive dans les travaux des Charbonnages de Houthalen (9.000 prélèvements en 10 mois) avec pour conséquences des réparations assez fréquentes (3 par an en moyenne). Après ré-

vision de deux de ces conimètres (qui étaient dès lors en bon état de fonctionnement et sans qu'on puisse y déceler à première vue la moindre anomalie) on a constaté que dans la gamme des concentrations de 650 ... 800 particules/cm<sup>3</sup>, en prenant un conimètre quelconque, le nombre vrai de particules déposées avait 95 chances sur 100 d'être compris entre  $655 \pm 305$  et  $800 \pm 435$ .

D'autre part, si l'on compare les indications fournies par 4 appareils n'ayant pas encore nécessité de réparation, même en prenant pour valeur de l'empoussièrement la moyenne de 6 spots comptés deux fois, on a trouvé que le nombre « limite 650 » ne peut être défini à moins de  $\pm 25\%$  à supposer encore que le nombre de particules déposées sur les plaques soit l'image fidèle du nuage poussiéreux. Ces observations ainsi que d'autres investigations complémentaires feront l'objet d'une prochaine publication de l'Institut d'Hygiène des Mines en 1958.

#### c. Prélèvements de poussières sur une longue période dans un charbonnage témoin.

Les objectifs ainsi que les moyens mis en œuvre pour mener à bien cette étude ont été exposés l'an dernier dans cette revue (1). Nous rappelons brièvement que ces buts sont : établir une anamnèse professionnelle et médicale de l'ensemble du personnel en tenant compte des empoussierements subis dans les travaux du fond ainsi que rechercher quels sont les empoussierements minima qu'on doit considérer comme inéluctables dans l'état actuel de la technique et pour des circonstances de travail bien déterminées. Pour ce faire, le service de mesures des Charbonnages de Houthalen a procédé cette année au prélèvement et à l'examen de plus de 30.000 clips de pompe à main P.R.U. ainsi qu'au comptage de plus de 9.000 prélèvements au conimètre.

Tous ces résultats, transcrits chaque quinzaine sur les cartes mécanographiques, doivent être transposés en valeur réelle, c'est-à-dire suivant les conceptions que nous avons de la nocivité des empoussierements, en nombres de particules de 5 à 0,5  $\mu$  par unité de volume d'air avec mention du pourcentage en silice libre. A cet égard, nous avons procédé à l'étalonnage de la hand-pump dans 25 chantiers et prélevé les poussières aériennes en vue d'analyses chimiques.

De grosses difficultés ont surgi, notamment dans les travaux préparatoires. Les Charbonnages de Houthalen possèdent 4 conimètres que nous avons étalonnés. Ils ont cependant dû être réparés et revisés à une cadence telle qu'on a estimé avoir plus facile à prélever les poussières directement au précipitateur thermique plutôt que de faire des étalonnages après chaque révision. Ces prélèvements, depuis la fin de l'année 1957, se font à la cadence de 3 (6 plaques) par jour en attendant la fourniture d'un supplément de matériel.

#### d. Etude minéralogique des poussières.

La nature minéralogique des particules de l'ordre de quelques dizaines de microns peut être identifiée sous le microscope polarisant par les critères classiques de la cristallographie (indice de réfraction, extinction, teinte de polarisation, figures d'interférence, etc.). L'observation de ces phénomènes optiques n'est cependant plus possible dans le cas des poussières aériennes dont le diamètre est inférieur à 5  $\mu$ .

Reprenant les travaux de Crosmonn (32) et de Dodge (33) effectués en Amérique, le physicien A. Thaer, de la Hauptstelle für Staub und Silikosebekämpfung à Essen (34) a mis au point une méthode optique permettant de distinguer les principaux groupes de minéraux du houiller : quartz, kaolin, micas dans des poudres microniques. L'intérêt de cette méthode nous a décidés à envoyer notre chimiste, M.S. Cartigny, à Essen, afin de se mettre au courant du procédé. Celui-ci est basé sur la variation différente de l'indice de réfraction d'un minéral et du milieu dans lequel il est plongé, en fonction de la longueur d'onde de la lumière incidente (phénomène de dispersion). La poudre étant immergée dans un liquide approprié, une première technique (Farbimmersion bei Dunkelfeld) consiste à éclairer obliquement la préparation (fond sombre). Plus les indices diffèrent, plus les rayons sont réfractés par le grain et plus l'intensité lumineuse perçue est grande. Si l'on emploie de la lumière blanche, le minéral prendra une couleur composite due à l'absence des rayons non déviés. On peut ainsi faire apparaître les micas jaunes, la kaolinite rouge et le quartz bleu foncé. La méthode est applicable jusqu'à 2  $\mu$ .

Par ailleurs, si l'on combine les propriétés du contraste de phase avec le phénomène de dispersion (Farbimmersionsmethode bei Phasenkontrast), les rayons lumineux seront renforcés ou affaiblis à l'endroit de l'image, selon que l'indice du minéral est plus petit ou plus grand que celui du milieu et d'autant plus intensément que la différence entre les indices est grande. Par suite des propriétés des liquides disponibles, les couleurs sont moins différenciées : la teinte bleue obtenue est d'autant plus foncée que le point d'isométrie est situé dans les courtes longueurs d'onde. On distingue le quartz bleu-vert, la kaolinite bleu azur et les micas bleu marine. On peut identifier ainsi des grains de 1 micron.

Cette double méthode est actuellement appliquée de façon routinière à l'étude des prélèvements au précipitateur thermique après leur examen granulométrique par la méthode courante.

#### e. Dosage de la silice.

Dans le cadre d'une étude systématique du dosage de la silice dans les poussières et suite à notre

premier travail sur la détermination de la silice totale (35), nous avons abordé le problème de la mesure de la teneur en silice libre dans les poudres fines. On a tout d'abord procédé à l'étude critique des nombreuses techniques proposées à ce sujet. Leur nombre élevé est un indice de ce qu'aucune d'elles n'est entièrement satisfaisante. En effet, la plupart des modes opératoires font non seulement intervenir des prises d'essais trop considérables pour nous, mais se rapportent à des granulométries beaucoup plus grossières que celles que nous avons à étudier. D'autres conduisent à des manipulations trop longues ou possèdent une efficacité trop limitée vis-à-vis des différents minéraux pouvant se présenter.

De cette étude, il ressort que deux méthodes sont à retenir tant pour la simplicité du principe que pour les possibilités de l'attaque : la désagrégation par le pyrosulfate de potassium dont Trostel et Wynne sont les promoteurs et la solubilisation des silicates à chaud dans les acides phosphoriques comme l'ont proposé en premier lieu Hirsch et Dawihl. Telle qu'elle a été décrite à l'origine ou sous quelques autres adaptations, la technique de dosage par l'acide pyrophosphorique ne nous a pas paru parfaitement convenir à l'étude des poussières aériennes en général et des cendres de charbon en particulier. C'est pourquoi nous avons entrepris une étude approfondie des conditions expérimentales adaptées aux faibles quantités de matière disponible (de l'ordre de 50 mg de cendres). Tout en conduisant à des résultats suffisamment reproductibles, le mode opératoire ne comportera que des manipulations simples et rapides et sera applicable à des échantillons d'origine et de composition très variées. Par ailleurs, la fusion au moyen de pyrosulfate s'avère d'un intérêt particulier lorsque les constituants se montrent trop réfractaires à  $H_4P_2O_7$  ; c'est le cas de certains minéraux lourds des sables.

L'ensemble de ces recherches fera prochainement l'objet d'une communication détaillée.

#### f. Essai du séparateur Zurlo.

Cet appareil a été conçu afin de séparer à sec en différentes tranches granulométriques, les poussières en suspension dans l'air des lieux de travail ou soulevées artificiellement au laboratoire. Le principe mis en œuvre est celui de l'inertie. La figure 5 représente la coupe d'un des éléments : l'air circulant de haut en bas dans l'axe de l'appareil est accéléré dans une partie rétrécie, puis est dévié à  $45^\circ$  vers l'élément suivant. En vertu de leur inertie, les particules les plus lourdes ont une trajectoire moins courbe que les filets d'air et continuent leur chemin pour aller se déposer dans la trappe annulaire extérieure. Le débit d'air et la largeur de la partie rétrécie conditionnent le niveau de la coupure effectuée dans la granulométrie de la poussière aspi-

rée. En pratique, l'appareil entier comprend 8 éléments en série. Pour un débit de 60 litres/minute d'air et une perte de charge de 270 mm Hg, la classification théoriquement réalisée est la suivante: pour les deux premiers éléments : particules supérieures à  $20 \mu$  ; troisième et quatrième éléments : fraction  $10 - 20 \mu$  ; cinquième élément : fraction  $5 - 10 \mu$  ; trois derniers éléments : poussière inférieure à  $5 \mu$ . L'appareil se prolonge par un filtre de Soxhlet destiné à recueillir les plus fines particules, inférieures à  $2 \mu$ , ayant échappé au captage.

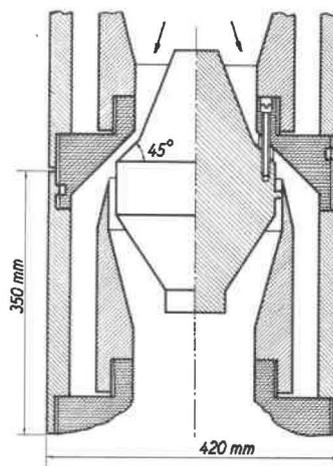


Fig. 5.

Le séparateur Zurlo se présente sous la forme d'un cylindre de laiton d'environ 4,5 cm de diamètre et 50 cm de longueur. Le tout forme un ensemble compact aisé à transporter et à manipuler. L'aspiration de l'air est assurée par deux puissants éjecteurs à air comprimé.

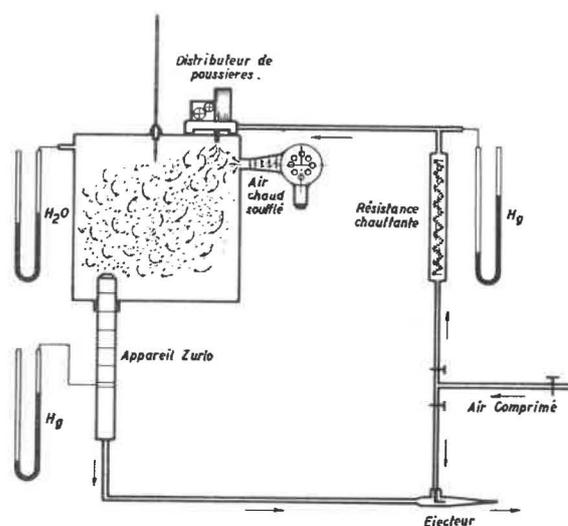


Fig. 6.

Dans le but d'étudier les possibilités de cet appareil, nous l'avons essayé au laboratoire en présence de nuages de poussières de charbon, de schiste et de silice. Le montage réalisé est représenté schématiquement à la figure 6. Le fonctionnement de

l'aspirateur donnant lieu à une chute de pression importante, on a cherché à réduire les risques de condensation d'eau en diminuant l'humidité relative de l'atmosphère ; ceci a été obtenu en réchauffant l'air admis dans l'enceinte. L'empoussiérage a été réalisé au moyen du distributeur de Wright. Les différentes fractions recueillies tant dans les trappes ad hoc que sur les parois des éléments, ont fait l'objet de pesées et de nombreux examens granulométriques en cellule d'après notre méthode standard (36). On en a déduit les granulométries pondérales ainsi que la proportion en poids de chaque classe captée par chaque élément par rapport à la poussière totale captée. L'examen des résultats montre premièrement que malgré les précautions prises pour dessécher l'air, une proportion non négligeable, de l'ordre de 30 %, des poussières aspirées reste collée le long des parois de l'appareil à tous les niveaux et ne fait donc pas l'objet d'une classification complète. En deuxième lieu, la comparaison des granulométries des échantillons retenus dans les divers éléments montre un affinement progressif incontestable dans le sens du courant d'air. Cependant, dans les conditions où les déterminations ont été faites, les poudres les plus fines contiennent encore une teneur appréciable en particules nettement plus grosses que la théorie ne le prévoit. Enfin, le démontage de l'appareil et la récupération de la poudre captée aux différents étages, nécessitent des manipulations assez délicates.

En conclusion, le classificateur Zurlo dans sa forme actuelle ne constitue pas à nos yeux et jusqu'à plus ample information, l'appareil idéal permettant l'étude de la granulométrie des atmosphères poussiéreuses. Néanmoins, vu sa robustesse et son faible encombrement, il peut permettre de prélever directement dans l'air une quantité importante de poudre riche en fines particules et qui pourrait servir telle quelle à l'analyse au laboratoire.

## B. Lutte contre les poussières dans les chantiers. — Matériel et procédés divers.

### a. Essais d'un injecteur surpresseur pour infusion d'eau en veine.

L'injecteur surpresseur Jerusel, d'un poids de 7 kg, avec son robinet d'admission d'eau, se présente sous la forme d'un cylindre de 170 mm de diamètre, prolongé par un canon tubulaire de 60 mm de diamètre. L'appareil associe le principe du tiroir des machines à vapeur et celui de la multiplication des pressions appliquées sur un piston de surface donnée, transmises à un autre piston solidaire et coaxial au précédent mais de surface plus petite, chacun de ces pistons se déplaçant dans un cylindre de diamètre correspondant (fig. 7).

Cet appareil a été utilisé dans la taille Querelle Levant du siège n° 4 des Charbonnages de Monceau-Fontaine. La couche y est irrégulière tant en

pendage qu'en composition ; l'inclinaison varie de 0 à 35°, l'ouverture de 1,0 à 3,0 m et la puissance de 0,75 à 1,90 m. L'abattage a lieu au poste du matin ; il se fait uniquement au marteau-piqueur. L'évacuation en taille est assurée par une série de couloirs fixes dans les 80 m supérieurs, un convoyeur blindé sur les 50 m médians et une deuxième série de couloirs fixes dans les 90 m inférieurs ; le chargement se fait directement en wagonnets au pied de taille.

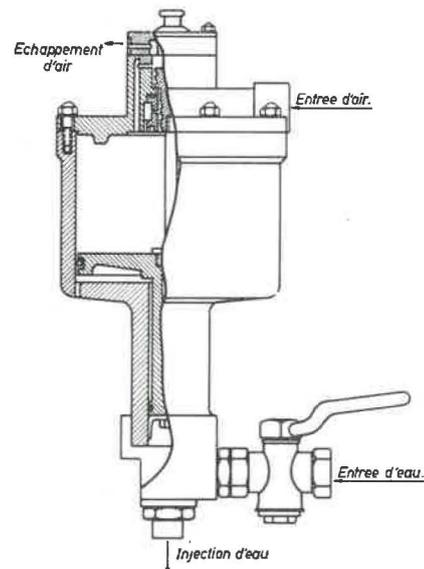


Fig. 7.

L'achèvement complet d'une havée ne se fait pas en une journée : les difficultés d'abattage et de soutènement sont trop grandes dans la partie médiane de la taille. On compte en effet un avancement de l'ordre d'un mètre en deux jours. L'injection d'eau est donc pratiquée, au poste de nuit, dans les parties de taille qui vont être déhouillées au poste suivant. Comme il y a un certain recouvrement des tronçons traités dans les grandes ouvertures, la longueur injectée chaque jour est de 160 m environ.

Les trous d'infusion sont forés à mi-hauteur de la veine, en schiste ou en charbon, perpendiculairement au front de taille, à la profondeur de 1,50 m, séparés par une distance de 3 à 4 m, sauf dans les grandes ouvertures où ils sont disposés en quinconce avec un écartement moyen de 2,50 m. La quantité d'eau injectée par trou varie de 40 à 60 litres, de sorte que la quantité totale consommée ne dépasse pas 2,5 m<sup>3</sup>/jour. La pression d'eau dans le circuit de distribution est de 3,5 à 4,0 kg/cm<sup>2</sup> à la tête du chantier ; l'injection avec le Jerusel se fait à la pression de 30 ... 40 kg/cm<sup>2</sup>, ce qui demande environ 7 minutes pour le débit indiqué.

Nous avons mesuré l'empoussiérage de l'air 3 jours consécutifs avec prévention et 2 jours sans prévention, en prélevant les poussières sur filtres de Soxhlet en tête de taille pour en déterminer la

nature et sur plaques de précipitateur thermique pour rechercher la concentration et la granulométrie des particules en suspension dans l'air tant au pied qu'en tête de taille. En principe, nous avons effectué au précipitateur thermique 16 prélèvements par jour, d'une durée de 6 à 7 minutes dans l'entrée d'air et de 4 à 5 minutes dans le retour, en essayant d'espacer régulièrement les prises d'échantillons de manière à obtenir l'empoussiérage moyen pendant les 40 ... 45 minutes qui précèdent et qui suivent l'interruption du poste (repas des ouvriers).

Les résultats des comptages microscopiques, effectués sur fond clair, au grossissement 1.000 X, au moyen d'un microprojecteur de pouvoir de résolution égal à 0,2  $\mu$ , sont indiqués au tableau VII.

plus facile consistant à forer et à injecter à intervalles réguliers à mi-épaisseur de la couche sans devoir choisir les sillons charbonneux et sans devoir alterner la position des trous comme on aurait dû le faire en pareil cas avec l'injection ordinaire basse pression.

#### b. Efficacité de la pulvérisation d'eau mouillante.

α. Contrôle du fonctionnement d'un doseur de produits tensio-actifs.

Le doseur Teepol de la Shell-Permutit, dont le schéma de principe est reproduit à la figure 8, comprend essentiellement un réservoir formé de deux demi-coquilles délimitant deux espaces séparés par

TABLEAU VII.  
Résultats de la prévention.

	Sans prévention	Avec prévention
Production brute (1 <sup>er</sup> poste) t	306	270
Berlines chargées	430	380
Débit d'air (m <sup>3</sup> /s)	4,550	5,925
Consommation d'eau (m <sup>3</sup> )	—	2,250
<i>Empoussiérage de l'air</i>		
— en tête de taille :		
part/cm <sup>3</sup> 5 à 1 $\mu$	2.760	800
part/cm <sup>3</sup> 5 à 0,5 $\mu$	4.620	1.730
— au pied de taille :		
part/cm <sup>3</sup> 5 à 1 $\mu$	235	185
part/cm <sup>3</sup> 5 à 0,5 $\mu$	1.300	1.285

Comme en moyenne, au pied de taille, il n'y a pas de différence sensible entre les valeurs trouvées avec ou sans prévention, on peut se contenter de comparer les résultats obtenus en tête de taille pour apprécier l'efficacité de la prévention dans le chantier.

On constate donc une amélioration des conditions de travail qui se chiffre par une réduction de 70 % du nombre des particules de 5 à 1  $\mu$  et 60 % du nombre des particules de 5 à 0,5  $\mu$ . La consommation d'eau ne dépassant pas 2,5 m<sup>3</sup>/jour, il est vraisemblable qu'une pompe haute pression, placée en voie et munie de flexibles spéciaux aurait rendu les mêmes services. Cependant, le travail n'a pas présenté ici plus de difficultés que dans le cas de l'injection d'eau ordinaire sans pompe. Nous croyons d'autre part que le fait d'avoir pu injecter aussi bien dans le charbon que dans les lits stériles qui sont généralement réfractaires à l'infusion d'eau aux basses pressions, a rendu possible l'obtention d'un taux aussi élevé d'élimination de poussières.

Il y a lieu de signaler enfin que, grâce à l'injecteur surpresseur, on a réalisé un mode opératoire

une membrane. Chacun de ces espaces, dont l'un contient la réserve de mouillant liquide, est mis en communication avec la tuyauterie d'eau, respectivement en amont et au col d'un venturi, de sorte que la différence de pression créée en cet endroit provoque automatiquement une différence de pression entre les deux compartiments du réservoir. La pression exercée sur la membrane chasse le mouillant vers la tuyauterie. Grâce à un orifice calibré, on peut limiter le débit d'eau vers le réservoir et par là même le débit de mouillant vers la tuyauterie. Les dimensions hors tout du doseur pouvant contenir 12 litres de mouillant sont : hauteur 920 mm, largeur 590 mm, épaisseur 450 mm. Le poids est de 40 kg pour le type de construction normale permettant un service prolongé à la pression de 16 kg/cm<sup>2</sup> et supportant des pointes de 20 kg/cm<sup>2</sup>, ce qui paraît convenir dans la plupart des applications minières.

Les essais ont consisté à vérifier la constance de la concentration en agent mouillant dans la gamme des débits d'eau prévus par le constructeur et pour diverses pressions. L'orifice calibré qui limite le débit d'eau vers le réservoir doit permettre d'obtenir

un débit de 350 à 1.350 litres/heure d'une solution tensio-active à 0,2 % de Teepol, pour une pression maximum de service de 16 kg/cm<sup>2</sup>.

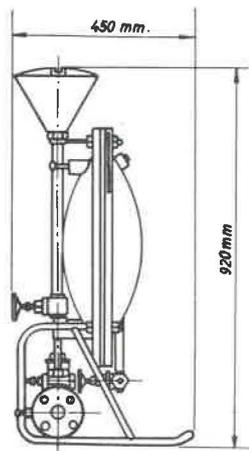


Fig. 8

Les expériences ont donné lieu aux constatations suivantes : utilisant, non pas le Teepol, mais le Tensophène I<sub>10</sub> qui est, d'après nos tests de laboratoire (37) le meilleur tensio-actif que nous ayons examiné, nous avons trouvé que dans une gamme de débits et pressions d'eau variant dans le rapport 1 à 4, c'est-à-dire de 6 à 24 litres par minute et de 2 à 8 kg/cm<sup>2</sup>, le doseur « Shell-Permutit » libère une quantité de Tensophène I<sub>10</sub> telle que la concentration en agent mouillant de la solution ainsi préparée à partir de l'eau de ville est de 0,250 % ± 0,070 % avec un gicleur de 0,6 mm et 0,125 % ± 0,025 % avec un gicleur de 0,4 mm.

Nous avons conclu que l'appareil maintenait une constance de la concentration suffisante dans la pratique industrielle.

β. Essais de pulvérisation dans les travaux du fond.

Dans un des sièges des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte Aldegonde et Genck, la production d'une taille de 3<sup>e</sup> catégorie est évacuée en voie au moyen de convoyeurs à courroie. Ce

charbon, très friable par nature, est de plus miné chaque jour à l'ébranlement suivant la réglementation propre aux chantiers grisouteux à dégagements instantanés. Il en résulte que l'empoussiérage est assez élevé dans la voie d'entrée d'air, la cadence normale de chargement étant de 2 berlines/minute (environ 1 tonne).

Le trajet des charbons abattus est le suivant :

- déversement au pied de taille sur une raclette ;
- transbordement sur une courroie d'une longueur de ± 100 m ;
- nouveau transbordement sur une seconde courroie de 110 m environ (relais imposé par suite d'un coude brusque de la voie) ;
- déversement dans des couloirs fixes placés dans un incliné ;
- chargement en berlines sur le nouveau d'entrée d'air.

Nous avons contrôlé l'empoussiérage de l'air aux points de transbordement courroie-couloirs et courroie-courroie en nous plaçant à une vingtaine de mètres du point de chute, du côté aval par rapport au sens du courant d'air. Les conditions d'essais ont été :

- transport à sec ;
- transport lors de la pulvérisation d'eau au moyen de deux groupes de 3 pulvérisateurs Lechler KS 12 débitant environ 3 litres/minute par appareil ;
- transport et pulvérisation d'eau mouillante: solution de Tensophène I<sub>10</sub> produite grâce au doseur Teepol expérimenté ci-avant.

On a mesuré les pressions et débits de l'eau dans les tuyauteries d'alimentation des pulvérisateurs ; on a déterminé l'intensité du transport en comptant les berlines chargées de 15 en 15 minutes ; enfin, pendant les essais avec eau mouillante, on a prélevé toutes les 10 minutes un échantillon de la solution tensio-active en vue de son analyse (contrôle de la concentration).

Les constatations suivantes ont été faites à la station de mesure située à l'aval du point de transbordement : courroie-couloirs (tableau VIII).

TABLEAU VIII.

Elimination des poussières par la pulvérisation d'eau mouillante.

Réduction des concentrations	Eau seule 9,15 litres/minute	Eau mouillante à 0,116 % 9,75 litres/minute
particules supérieures à 10 μ	70 %	74 %
particules de 10 à 5 μ	47 %	57 %
particules de 5 à 1 μ	19 %	22 %
particules de 1 à 0,5 μ	7 ... 8 %	7 ... 8 %

Dans la tranche granulométrique  $1 - 0,5\mu$ , on ne peut mettre en évidence une différence de comportement de l'eau seule et de l'eau mouillante. Dans les tranches plus grossières, on remarque que l'eau mouillante a une tendance à avoir un meilleur rendement que l'eau seule, tendance qu'on ne peut préciser avec certitude par suite des fluctuations de l'empoussiérement. De plus, le fait qu'une grande partie de l'air poussiéreux n'a pas traversé le rideau de pulvérisation a vraisemblablement réduit l'efficacité du procédé.

c. *Efficacité de la pulvérisation d'eau pendant les opérations de tir en bouveau.*

Des tentatives d'abattement des poussières de tir en créant une zone de brouillard suivie d'une zone d'arrosage, ont été effectuées dans un bouveau clavé à  $4,80$  m de diamètre intérieur (chassage Levant 910, des Charbonnages de Houthalen), ventilé par canars soufflants débitant à front un débit d'air de l'ordre de  $2,4$  m<sup>3</sup>/s.

Pour les premiers essais, on avait installé à  $62$  m des fronts une rampe formée de 5 pulvérisateurs mixtes eau-air (Lechler, type radial ED), suivie d'une deuxième rampe de 4 pulvérisateurs identiques, placés  $19$  m en arrière. Ce tronçon de galerie de près de  $20$  m de longueur constituait la zone de brouillard dans laquelle on pulvérisait  $135$  litres d'eau à la minute.

À  $10$  m plus en arrière encore, c'est-à-dire à  $91$  m des fronts, on avait fixé à couronne 2 pulvérisateurs à jet conique (Lechler KS 12) et 1 pulvérisateur à jet en éventail (Lechler B 172) débitant ensemble  $28$  litres d'eau/minute pour former la zone d'arrosage.

À la station de mesure située à  $150$  m des fronts, nous avons prélevé les poussières aériennes, immédiatement au moment du tir et à intervalles réguliers pendant  $24$  minutes (1<sup>er</sup> essai), puis pendant  $40$  minutes pour les essais suivants.

La comparaison relatée ci-dessus ne porte que sur deux séries de prélèvements tout-à-fait comparables: les minages exécutés comportaient la mise à feu de :

475 cartouches de dynamite lors des essais à sec (80 mines) ;

471 cartouches de dynamite lors des essais avec écrans d'eau (80 mines).

Les diagrammes de la figure 9 montrent l'évolution des empoussiéagements dans le temps ; on constate que le maximum, qui est voisin de  $105.000$  particules/cm<sup>3</sup> toutes catégories lors du minage à sec, est ramené à  $65.000$  particules/cm<sup>3</sup> ( $> 0,2 \mu$ ) lorsqu'on tire derrière écrans de pulvérisation, ce qui représente une réduction de  $40$  % des particules supérieures à  $0,2 \mu$ .

Des essais supplémentaires restent à faire pour déterminer l'emplacement le plus judicieux des pulvérisateurs utilisés et surtout le nombre de pulvéri-

sateurs formant la zone d'arrosage, car une partie importante de la section du bouveau (située derrière les canars) échappe au rideau de pulvérisation.

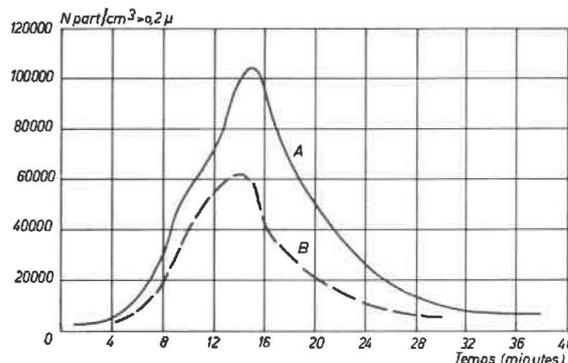


Fig. 9.

A. — Tir sans prévention.

B. — Tir derrière écran de pulvérisation.

## 2. — Ventilation et climat.

### A. Résolution de problèmes de ventilation par analogie électrique.

Au cours de l'année écoulée, 5 sociétés charbonnières ont soumis à l'Institut d'Hygiène des Mines des problèmes de ventilation qui ont été étudiés sur notre tableau d'analogie électrique. Il nous paraît opportun de signaler ici certaines caractéristiques communes de ces problèmes, de façon à mieux faire comprendre dans quels cas l'utilisation de l'analogie électrique s'avère intéressante.

Notons tout d'abord que dans tous les cas la ventilation était assurée par plus d'un ventilateur. Dans un cas, il y avait 2 puits d'entrée et 2 puits de retour, équipés chacun d'un ventilateur en surface. Dans un autre problème, il n'y avait pas de ventilateur en surface, mais deux ventilateurs au fond (un par étage). Les autres schémas comportaient tous un ventilateur principal en surface et un ou plusieurs ventilateurs fractionnaires. D'une façon générale, on peut donc dire qu'il devient difficile d'étudier la répartition de l'aéragé par les procédés classiques de calcul ou de dessin lorsque plusieurs ventilateurs assurent la ventilation.

Une deuxième caractéristique intéressante est le schéma d'aéragé ; aucun ne s'écartait considérablement de dispositions absolument classiques, mais les nécessités de l'exploitation ont entraîné l'existence de connexions diagonales dans lesquelles le maintien du sens de l'aéragé, ou en tout cas d'un débit suffisant, était aléatoire. À titre d'exemple, nous donnons d'une façon quelque peu simplifiée deux schémas que nous avons rencontrés et pour lesquels les procédés de calcul habituels sont inapplicables. Nous citerons d'abord le cas du creusement d'un nouvel étage, suivant le schéma de la figure 10.

Lorsque le nouveau chassage couchant C C' a progressé suffisamment, il est normal d'établir une communication avec l'étage supérieur pour rapprocher la prise d'air du front. Cette connexion existait

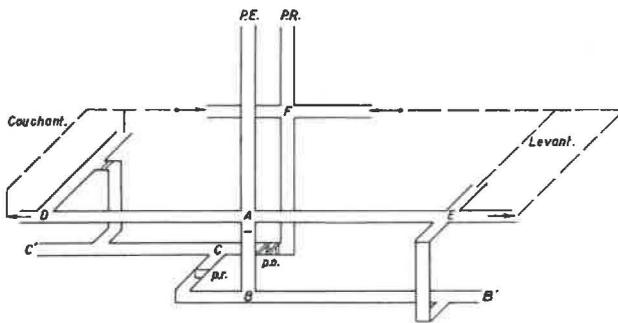


Fig. 10.

déjà au moment où nous fut posé le problème. Au Levant, une technique analogue allait être adoptée par la mise en communication des deux étages à travers le burquin B' E. Le schéma électrique de la figure 11, apparenté au classique « pont de Wheatstone », met clairement en évidence l'existence d'une

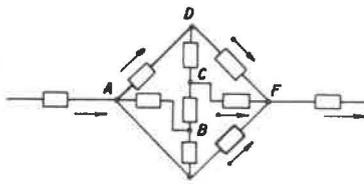


Fig. 11.

diagonale DCBE reliant des points tous situés dans l'entrée d'air et a priori, il serait difficile de prévoir le sens de l'écoulement de l'air dans les sections DC, CB et BE. En réalité, les deux entrées d'air AD et AE correspondent à des quartiers d'extension très inégale, le Levant étant beaucoup plus développé que le Couchant. On espérait donc, au moment où serait établie la communication BE, une amélioration de l'aérage au Levant par la mise en parallèle du circuit ABE avec l'entrée d'air normale AE. L'étude analogique a confirmé cet espoir, mais a démontré le faible bénéfice pratique qui en résultait pour le quartier Levant et la nécessité de nouveaux ventilateurs fractionnaires. Un calcul direct n'aurait été possible qu'à condition de négliger le débit BC. Or, l'étude analogique a permis de prévoir que ce débit, qui initialement allait de B vers C, s'inversait très probablement, si bien que le circuit ADCB deviendrait une 3<sup>e</sup> entrée d'air pour le quartier Levant ; ce phénomène qui aurait échappé au calcul simplifié, s'explique par la résistance assez élevée de la plate-cuve située sous A dans le puits d'entrée d'air.

Un autre exemple de connexion d'aérage diagonale entre deux entrées d'air est celui de la liaison

souterraine de deux sièges initialement indépendants et pourvus d'un aérage classique, cette interconnexion étant destinée à centraliser l'extraction des deux sièges. La figure 12 représente en perspective la situation de départ. On comprend aisément que le débit dans la diagonale supérieure est tributaire des dépressions respectives des deux ventilateurs de surface et des orifices équivalents des chantiers des deux sièges. De plus, de petites variations de ces 4 facteurs ont une influence relativement forte sur le débit dans cette diagonale, suivant une propriété qui est précisément mise à profit dans le pont de Wheatstone et les ponts du même genre. Ces variations de débit dans la liaison ont une grande importance pratique, puisque le transport des produits d'un siège à l'autre implique un trafic assez intense assuré par locotracteurs Diesel.

Le problème s'est compliqué lorsque l'extension du siège principal y a imposé l'installation d'un ventilateur plus puissant et surtout lorsque l'approfondissement des chantiers a requis l'établissement d'une nouvelle liaison entre les deux sièges, à un niveau inférieur. La situation future est représentée en pointillé à la figure 12. Il est inévitable

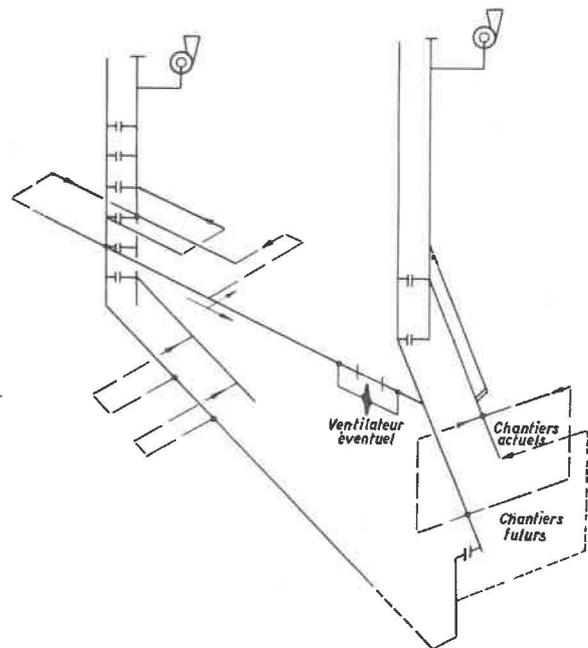


Fig. 12.

que pendant une période de transition, les deux liaisons requièrent des débits minima d'air adaptés à leurs trafics respectifs. Inutile de souligner que tout calcul basé sur un tel schéma devient pratiquement impossible. Par contre, l'étude par analogie électrique (fig. 13) a permis de préciser qu'au début de la mise en service de la nouvelle diagonale, le débit d'air y atteindrait une valeur suffisante, sans préjudice exagéré pour l'aérage des chantiers du

siège principal, du moins avec le nouveau ventilateur de ce siège. Par contre, la liaison supérieure voit son débit dangereusement compromis et on a envisagé d'y installer un ventilateur auxiliaire. Dans un stade ultérieur, la diagonale inférieure pourrait ne plus être ventilée suffisamment. Pour éviter de devoir y installer à nouveau un ventilateur, nous avons examiné la possibilité de renverser à ce moment l'aérage dans la liaison supérieure, en inversant le sens de fonctionnement du ventilateur qui y sera placé.

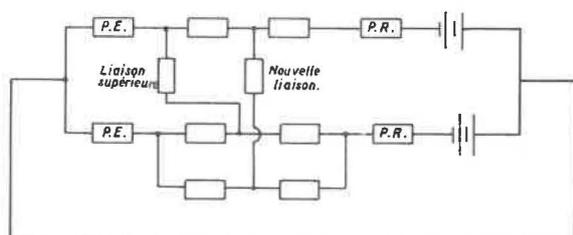


Fig. 15.

Nous pensons par ces deux exemples avoir expliqué suffisamment comment des conditions d'exploitation, somme toute, assez fréquentes peuvent entraîner des schémas d'aérage pour lesquels les prévisions de la répartition des débits deviennent très difficiles sinon impossibles ; c'est dans ce cas que l'analogie électrique s'avère le plus utile.

L'intérêt de cette méthode est encore prouvé par le fait que deux des sociétés qui nous ont consultés au cours des années précédentes, ont décidé d'acquiescer elles-mêmes un tableau d'analogie électrique. La construction de ces nouveaux tableaux a été supervisée par notre Service Technique. Certaines améliorations ont encore été apportées vis-à-vis du modèle initial de l'Institut, compte tenu de l'expérience acquise et en vue d'assurer une certaine interchangeabilité des parties essentielles des tableaux. Signalons entre autres l'emploi de résistances réglables par plots successifs au lieu de rhéostats à variation continue, moins reproductibles. Chaque résistance réglable est désormais constituée par 3 décades en série, comportant respectivement  $10 \times 1$  ohm,  $9 \times 10$  ohms et  $9 \times 100$  ohms. Pour augmenter l'étendue du réglage possible, d'autres éléments de construction identique sont constitués de résistances 10 fois plus élevées. Les intensités maxima ont été réduites et l'on a pu par conséquent adopter du matériel d'utilisation courante en radio-technique ; on a pu aussi recourir à la stabilisation électronique des sources de tension qui représentent les ventilateurs. D'autre part, les connexions entre un élément quelconque et l'unité de réglage et de mesure sont réalisées au moyen non plus de clés téléphoniques, mais de commutateurs rotatifs dont chaque position est reliée par 5 fils à l'élément correspondant. Enfin, le schéma adopté pour l'unité

de réglage, reproduit de façon simplifiée à la figure 14, est quelque peu différent de ceux que nous avons décrits précédemment (38) (27). Soit R l'un quelconque des éléments à régler. Lorsque le galvanomètre G est à l'équilibre, on a nécessairement l'égalité des chutes de tension  $R_0 I$  et  $R' I'$ . Or la résistance  $R'$  est proportionnelle à la résistance R, car les deux curseurs c et c' appartiennent en réalité à une même combinatoire à 2 galettes.

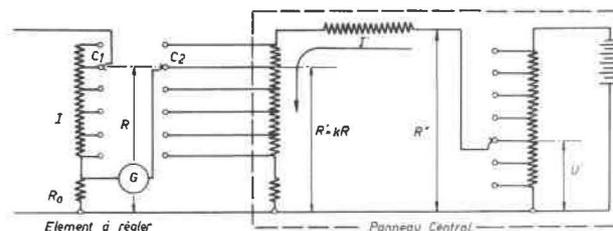


Fig. 14.

Enfin, le courant  $I'$  prélevé à la source de tension auxiliaire  $U'$  vaut évidemment  $I' = U'/R''$ . A l'équilibre, on a finalement

$$R_0 I = R' I' = k R I' = \frac{k R U'}{R''}$$

d'où

$$\frac{R}{I} = \frac{R'' R_0}{k U'}$$

Dans la pratique, la tension  $U'$  est d'abord ajustée à 0,1 - 1 - 10 ou 100 volts suivant l'échelle à obtenir ; la valeur exacte du rapport  $(R/I)$ , qui est l'analogie électrique du rapport  $\Delta p/Q^2$  (c'est-à-dire la résistance aérodynamique du circuit) est introduite dans le tableau par le réglage adéquat de  $R''$  (résistance à 3 décades) ; enfin, l'ajustage ultérieur de R permet d'amener G à l'équilibre ; à ce moment le rapport  $R/I$  possède la valeur voulue.

Une publication plus détaillée concernant ces nouveaux tableaux d'analogie électrique est en préparation.

## B. Etudes des conditions climatiques du fond.

Le but de la recherche est de connaître de façon précise, grâce à l'enregistrement sur une longue période, les paramètres caractéristiques du climat minier et notamment la température sèche, la température humide, la vitesse de l'air. En même temps, nous procéderons à la mesure de certaines autres grandeurs ayant une influence déterminante sur le climat du fond de la mine (par exemple : la température de la roche profonde...). Nous désirons en effet non seulement obtenir une statistique convenable des conditions climatiques réelles dans nos chantiers, mais encore :

a) vérifier l'approximation de nos études théoriques concernant l'échauffement et l'humidification de l'air dans son parcours souterrain ;

b) connaître la valeur de certains paramètres intervenant dans ces études et qui sont encore mal connus (par exemple : le coefficient de transmission de chaleur à la paroi des galeries).

Au cours de l'année écoulée, nous nous sommes préoccupés seulement de la mise au point et du contrôle d'appareils indicateurs à distance et enregistreurs de la température sèche et de la température humide adaptés aux conditions du fond. L'enregistrement de la vitesse de l'air est également à l'étude : mais on se heurte ici à de plus grandes difficultés.

Des essais d'utilisation d'un hygromètre enregistreur à cheveux ont été négatifs : la reproductibilité de l'appareil est insuffisante (bien qu'il s'agisse d'appareil de construction soignée).

Tous les autres appareils étudiés sont des « psychrographes » c'est-à-dire enregistreurs des températures sèche et humide. Nous avons expérimenté successivement :

a) des psychrographes dont les éléments thermosensibles sont des lames « bimétalliques » dont la déformation, amplifiée par leviers, est transmise à une plume inscrivant l'évolution des températures sur un tambour ;

b) des psychrographes dont les éléments thermosensibles sont des bulbes métalliques remplis de mercure et reliés par capillaire à des spirales de Bourdon actionnant les plumes enregistreuses ;

c) un équipement d'enregistrement à distance des températures par voie électrique, dont les éléments sensibles sont des résistances à coefficient de température négatif (NTCR).

Les appareils des postes a) et b) sont disponibles dans le commerce ; quant à l'équipement c) il a été monté par nos soins à partir d'un millivoltmètre enregistreur et de NTCR disponibles sur le marché.

Les études entreprises jusqu'ici ont été menées en laboratoire. On s'est efforcé de répondre aux 3 questions suivantes :

a) Les températures des sondes sont-elles exactement les températures sèche et humide de l'air ?

b) Les enregistrements obtenus représentent-ils exactement les températures des sondes : quelles sont les erreurs systématiques et les erreurs accidentelles ?

c) Les appareils pourront-ils supporter les conditions du fond sans dommage ? Quelle sera l'influence de l'empoussiérement, de la présence de gaz et de sels corrosifs dans l'atmosphère ? Quel sera l'effet de chocs et de trépidations ?

En ce qui concerne ce dernier point, nous sommes d'avis, au stade actuel de nos recherches, que les appareils commerciaux expérimentés permettent d'obtenir sur la plume un couple suffisamment énergétique pour éliminer l'influence de légers chocs

ou vibrations, sans que l'erreur de reproductibilité dépasse  $\pm 0,5^\circ \text{C}$ . Mais nous croyons que ces appareils ne pourraient être utilisés avec succès dans leur présentation originale que dans des voies d'entrée d'air bien ventilées et peu poussiéreuses. Pour étendre leurs possibilités d'emploi, nous estimons nécessaire d'enfermer soit l'appareil enregistreur tout entier (appareils types a) et b), soit les éléments sensibles (appareils types b) et c)) dans un caisson mis sous dépression par un éjecteur à air comprimé et raccordé à une prise d'air à travers un filtre anti-poussières.

En ce qui concerne l'exactitude des températures sèche et humide détectées par les sondes, nos essais ont été assez décevants. Pour les appareils à bimétal disposés à l'air libre, nous avons constaté qu'en général la température de la sonde humide était légèrement supérieure à  $t_h$ , l'erreur pouvant atteindre  $1^\circ \text{C}$  lorsque  $t_s - t_h = 10^\circ \text{C}$ . Lorsque l'appareil est installé dans un caisson ventilé, il est possible d'assurer une circulation d'air telle que la température humide soit plus exacte, mais on constate alors réciproquement que la température de la sonde « sèche » est trop basse. En conclusion, il est très difficile d'obtenir à la fois une mesure correcte de  $t_s$  et  $t_h$  au moyen d'un appareil métallique compact dans lequel les échanges par convection et rayonnement entre sondes influencent leurs températures respectives, dans le sens d'une réduction de leur différence. Nous sommes cependant parvenus à modifier la construction des appareils reçus et à prévoir des caissons anti-poussières conçus de façon telle que ces erreurs systématiques soient inférieures à  $0,5^\circ \text{C}$ . On peut d'ailleurs éliminer les erreurs systématiques en construisant pour chaque appareil une carte d'étalonnage.

En ce qui concerne enfin les erreurs qui s'introduisent lors de l'enregistrement des températures des sondes, le dispositif électrique utilisant des NTCR et un millivoltmètre enregistreur est nettement supérieur aux autres, la reproductibilité atteignant  $\pm 0,2^\circ \text{C}$  alors que les enregistreurs mécaniques donnent couramment des erreurs de  $\pm 0,5^\circ \text{C}$ . La méthode électrique est d'ailleurs la seule permettant la transmission des mesures à grande distance, ce qui permet de placer l'enregistreur à l'abri des chocs et déprédations.

A titre d'exemple, les photos de la figure 15 représentent un ensemble constructif permettant l'enregistrement de  $t_s$  et de  $t_h$  à  $\pm 0,2^\circ \text{C}$  près. L'air aspiré par un éjecteur, traverse deux chenaux, contenant chacun une sonde (NTCR), isolés thermiquement et pourvus d'écrans anti-rayonnement. Le boîtier chromé sert également d'écran anti-rayonnement et de caisson étanche ; il possède des dispositifs de raccordement du câble électrique et de l'aspiration d'air. A la partie inférieure, on trouve un réservoir d'eau d'environ 1 litre destinée à mouiller la mèche de la sonde « humide ». Le réservoir est



Fig. 15.

isolé du boîtier par une pièce en bakélite. L'ensemble est de construction robuste ; le format équivaut à peu près à celui d'une lampe de mineur.

### C. Etude des pertes de charge dans les puits.

Dans une communication récente de l'Institut d'Hygiène des Mines (39), nous avons fait le point des connaissances actuelles sur cette question. Dans cette publication, nous avons repris sous une forme générale les formules reliant aux coefficients de pertes de charge  $\lambda$  les mesures de différence de pression et de débit qu'on peut effectuer dans les puits.

Nous avons notamment attiré l'attention sur l'importance des pertes de charge localisées, notamment celles provoquées par un rétrécissement brusque de section. Nous avons proposé, pour estimer ces pertes la formule suivante :

$$\Delta p = \zeta \delta \frac{V^2}{2g}$$

$\Delta p$  désignant la chute de pression en  $\text{kg/m}^2$  (ou  $\text{mm H}_2\text{O}$ ),  $\delta$  le poids spécifique de l'air ( $\text{kg/m}^3$ ),  $V$  sa vitesse moyenne dans la section rétrécie ( $\text{m/s}$ ) et  $\zeta$  un coefficient dont la valeur est donnée à la figure 16, en fonction du rapport  $m$  de la section rétrécie à la section normale.

En appliquant cette formule au cas particulier du puits n° 7 des Charbonnages de Gosson-Kessales, pour un débit de  $45,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , nous avons prévu une perte de charge de  $22,68 \text{ mm H}_2\text{O}$ , uniquement due aux multiples rétrécissements créés par les tenues d'eau ou « creppes ». Une première mesure de pertes de charge effectuée en 1956 (1), nous avait en effet conduit à une résistance anormalement élevée du puits ( $34,3 \text{ mm H}_2\text{O}$  pour  $45,7 \text{ m}^3/\text{s}$  et  $234 \text{ m}$  de puits), résistance que nous avons attribuée essentiellement (pour 66 %) aux « creppes ». A la suite de ces mesures, la direction des charbonnages

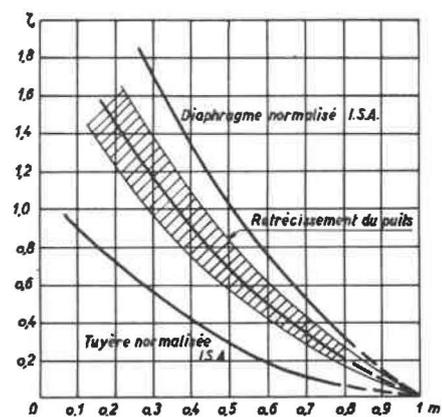


Fig. 16.

a fait supprimer les creppes et les a remplacées par des rigoles plus étroites. Après achèvement de ce travail, nous avons procédé à une nouvelle mesure des pertes de charge et avons trouvé pour la même longueur de puits une perte de charge de 20,4 mm H<sub>2</sub>O correspondant à un débit de 55 m<sup>3</sup>/s. D'après ce résultat, la résistance du tronçon considéré a été réduite de 59 %, ce qui concorde très bien avec nos prévisions, compte tenu de l'influence des nouvelles rigoles.

Nous avons encore procédé à une large confrontation de diverses mesures de pertes de charge de puits de mines, dont nous disposons et qui ont été effectuées aux Charbonnages de Gosson-Kessales (40), aux Charbonnages du Bois-du-Cazier (41), au Charbonnage de Zwartberg (38) et enfin dans la mine de « City Deep Limited » en Afrique du Sud (4). Il résulte de notre étude que la formule empirique que nous avons proposée pour le calcul des coefficients de perte de charge peut être généralisée plus largement encore que nous ne l'avons exposé dans le précédent compte-rendu de nos travaux.

Rappelons encore que pour un puits à un seul compartiment, la chute de pression Δp (kg/m<sup>2</sup>) due à l'écoulement se calcule par les formules

$$\Delta p = \frac{\lambda \delta LPQ^2}{8gS^3} [1] \quad \text{ou} \quad \Delta p = \frac{\lambda' \delta LP'Q^2}{8gS'^3} [2]$$

en désignant par L la longueur (m), δ le poids spécifique de l'air (kg/m<sup>3</sup>), P le périmètre (m), S la section (m<sup>2</sup>), Q le débit (m<sup>3</sup>/s) et g l'accélération gravifique. Les grandeurs non accentuées se rapportent aux dimensions brutes (puits dégarni) tandis que P' et S' correspondent à la section la plus encombrée par l'équipement. Seul le coefficient λ' ne dépend que de la rugosité et non de l'encombrement du puits.

Lorsque le puits est divisé par son équipement en plusieurs compartiment α, β ... μ, qui, mesurés dans la section la plus encombrée, ont des périmètres P<sub>α</sub>, P<sub>β</sub> ... P<sub>μ</sub> et des sections S<sub>α</sub>, S<sub>β</sub> ... S<sub>μ</sub>, on peut calculer encore la perte de charge par la formule [1], mais le coefficient λ est cette fois lié au coefficient λ' par la relation

$$\lambda' = \lambda \frac{P}{S^3} \left[ \sqrt{\frac{S_\alpha^3}{P_\alpha}} + \sqrt{\frac{S_\beta^3}{P_\beta}} + \dots + \sqrt{\frac{S_\mu^3}{P_\mu}} \right]^2$$

De nouveau le coefficient λ' ne dépend ni de l'encombrement du puits ni de la disposition des traverses. Ce coefficient peut être déterminé en fonction de la nature et de la rugosité des parois qui constituent le périmètre global de l'ensemble des compartiments, les alignements de traverses

étant considérés comme des parois. On écrira en toute généralité

$$\lambda' = \sum \lambda'_i \frac{P'_i}{P'_{\text{tot}}}$$

P'<sub>i</sub> désignant la contribution de la i<sup>me</sup> paroi au périmètre global P'<sub>tot</sub> et λ'<sub>i</sub> étant un coefficient caractéristique de sa rugosité. Pour les parois extérieures des puits, λ'<sub>i</sub> varie de 0,02 pour une paroi parfaitement lisse à 0,09 environ pour une paroi très rugueuse constituée de cintres métalliques rapprochés ou d'un cuvelage à nervures internes. L'alignement des bords de paliers ayant une largeur de l'ordre de 1/4 du diamètre du puits et espacés de 5 à 10 fois cette largeur, constitue une paroi de rugosité maximum pour laquelle λ'<sub>i</sub> est de l'ordre de 0,24 ; cette valeur peut être réduite si les bords sont joints par un cloisonnage plus ou moins parfait. Enfin, les alignements de traverses ont une résistance qui dépend de leur profil et de leur espacement. Pour un espacement égal ou inférieur à 10 fois la largeur de la traverse, λ'<sub>i</sub> varie de 0,05 à 0,21, valeurs correspondant d'une part à un profil aérodynamique approché et d'autre part à une traverse carrée à angles vifs. Des travaux sont en cours en vue de préciser les valeurs numériques des λ'<sub>i</sub>.

### 3. Travaux divers.

#### A. Contrôle de l'époussiérage de l'air dans un triage lavoir.

Bien que ce travail sorte du cadre habituel de nos préoccupations, nous l'avons entrepris non pour déterminer ou vérifier l'efficacité d'une installation de dépoussiérage, mais plutôt pour examiner la salubrité de l'air, lorsque toutes les installations sont en fonctionnement continu.

La capacité du triage lavoir contrôlé est de :

340 tonnes/heure pour le culbutage-triage du tout-venant,

37 tonnes/heure pour le lavage du 6 - 12 (jigs),

150 tonnes/heure pour le lavage du 12 - 120 (liqueur dense),

la catégorie 0 - 6 étant momentanément dirigée vers un ancien lavoir.

#### Installation de captage des poussières.

Les principaux appareils producteurs de poussières : le crible primaire, les deux cribles de 0 - 120 bruts et leurs tamis vibrants parachevant le criblage des 6 - 12, sont enfermés dans deux chambres en

maçonnerie mises sous dépression. En plus des deux prises de captation de poussières installées dans ces chambres, 17 hottes d'aspiration sont prévues sur les appareils traitant ou transportant des produits secs aux endroits où un dégagement de poussières était à prévoir : culbuteurs à charbon et à pierres, concasseur à gailleteries, alimentations et jetées des transporteurs à courroies.

Les différentes hottes d'aspiration sont, par un réseau de tuyauteries en tôle de section rectangulaire, réunies à un dépoussiéreur Tubix, composé de 124 tubes cyclônes capables de filtrer 12 m<sup>3</sup> de gaz poussiéreux par seconde. La dépression dans le réseau de tuyauteries est créée par un ventilateur d'un débit de 12 m<sup>3</sup>/s à 20° C, capable d'assurer une pression de 320 mm H<sub>2</sub>O en tournant à 1.355 tours/minute et absorbant une puissance de 82,5 CV. Ce ventilateur, commandé par un moteur de 95 CV tournant à 1.500 tours/minute et par une transmission à courroies trapézoïdales, est conçu de façon à pouvoir assurer un débit supplémentaire de 10 % par simple augmentation de sa vitesse de rotation.

La poussière captée par l'appareil Tubix, environ 120 kg par heure, est évacuée automatiquement au moyen de 5 clapets Gasticht et réincorporée dans une raclette transportant du 0 - 6 brut. La poussière ténue, non retenue par les cyclônes, est captée par un finisseur humide du type Airmix placé dans la cheminée de refoulement à l'air libre du ventilateur. L'airmix dont la consommation est d'environ 0,5 m<sup>3</sup> d'eau à l'heure, est alimenté en eau claire. Les schlamms provenant de cet appareil sont introduits dans les eaux de lavage des 6 - 12.

Le but poursuivi était de comparer les empoussiérages d'une part au droit des hottes d'aspiration et d'autre part au voisinage immédiat des entrées d'air du bâtiment. Nous avons choisi les stations de mesures aux 5 entrées d'air principales du bâtiment ainsi qu'au voisinage immédiat des 5 hottes d'aspirations près desquelles des ouvriers pouvaient être appelés à séjourner un certain temps.

#### *Appareils de mesure et modalités d'essais.*

Les poussières en suspension dans l'air ont été prélevées au précipitateur thermique, chaque prise d'échantillon durant 7 minutes environ ; elles ont été comptées microscopiquement sur fond clair, au grossissement 1.000 X, au moyen d'un micro-projecteur dont le pouvoir de résolution est égal à 0,2 μ. La répartition granulométrique adoptée au comptage est la suivante : 0,2 - 0,5 μ, 0,5 - 1 μ, 1 - 3 μ, 3 - 5 μ, > 5 μ.

En ce qui concerne l'interprétation des mesures, il avait été décidé qu'on ne prendrait en considération que la moyenne des résultats trouvés sans tenir compte des quantités d'air aspiré dans les canalisations ou pénétrant dans le bâtiment par les diffé-

rents orifices d'entrées (moyenne arithmétique pure et simple et non pas moyenne pondérée des résultats). Cette façon de faire a été jugée suffisante pour apprécier la concentration en poussières respirables qui sont en suspension dans l'air du triage-lavoir.

Il avait en outre été stipulé que l'empoussiérage dans le triage-lavoir, exprimé en nombre de particules de 5 à 0,5 μ, par cm<sup>3</sup> d'air ne dépasserait pas de plus de 300 le nombre de particules normalement en suspension dans l'air extérieur du bâtiment. Nous avons constaté que les moyennes arithmétiques des résultats trouvés définissant les empoussiérages d'une part à l'intérieur (330) et d'autre part à l'extérieur (320) ne différaient pas significativement. Si l'on admettait que l'air provienne du point le moins empoussiéré et qu'on veuille faire la comparaison avec l'air au point le plus empoussiéré à l'intérieur du bâtiment, on trouvait une différence de l'ordre de 265 particules/cm<sup>3</sup> de 5 à 0,5 μ.

Nous avons conclu que l'air à l'intérieur du bâtiment n'était pas plus empoussiéré en moyenne que l'air extérieur et présentait des garanties suffisantes de salubrité.

#### **B. Epuration des gaz d'échappement d'un moteur Diesel.**

##### *But poursuivi.*

Le but de ce travail était d'examiner les possibilités d'éliminer l'oxyde de carbone et de réduire les émanations et fumées dégagées par les locotracteurs du fond en utilisant l'épurateur Oxycat-Houdry (fourni par les Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont). Cet essai d'orientation n'a donc pas la prétention de servir à l'étude de la combustion dans un moteur Diesel.

##### *Matériel utilisé.*

Les Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte Aldegonde et Genck à Ressaix ont mis à notre disposition une locomotive Moes montée sur bâti spécialement aménagé pour permettre l'entraînement d'une génératrice à courant continu dont on pouvait faire varier la charge entre certaines limites, par insertion de résistances électriques.

a) Les caractéristiques principales de ces machines sont les suivantes :

— moteur Moes : puissance 28 CV ; cycle 4 temps ; vitesse de rotation 1.000 tours/minute ; nombre de cylindres 2 ; alésage 120 mm ; course 160 mm ; injection latérale par injecteur à 1 trou ;

— génératrice type Shunt : voltage 130 V ; ampérage 270 A ; vitesse de rotation 750 tours/minute.

b) L'épurateur expérimenté est un catalyseur d'oxydation dont chaque élément (10 X 10 X

20 cm) comprend deux plaques de base en céramique entre lesquelles sont placés des bâtonnets recouverts d'une fine pellicule de 7,6/100 de millimètre d'un mélange d'alumine et de platine. Cette pellicule est l'agent catalytique qui provoque la combustion des imbrûlés et produit de ce fait une élévation de température. Le modèle essayé, Oxycat D 5, ne contient que 4 éléments ; ce type a été choisi par le représentant comme devant convenir à un moteur de cette puissance. Son encombrement est de l'ordre de  $12 \times 20 \times 40$  cm.

*Mesures effectuées.*

Le croquis de la figure 17 montre la disposition schématique des différents organes ; les points de mesure y sont indiqués. Pour différentes conditions de charge prise par la machine avec ou sans « oxycat », avec ruissellement d'eau dans le pot à cailloux ou avec ruissellement d'une solution de permanganate à 5 %  $K_2Mn_2O_8$  + 1 %  $Na_2CO_3$   $(H_2O)_{10}$ , nous avons déterminé les grandeurs ci-après :

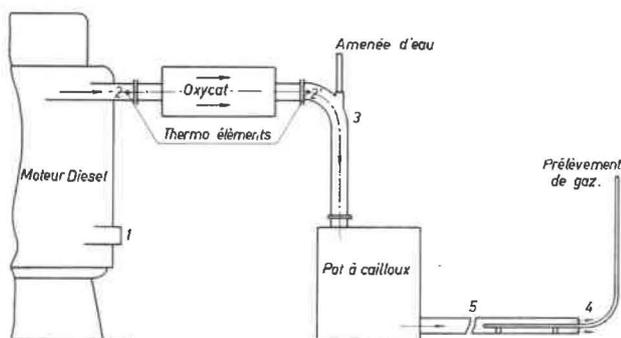


Fig. 17.

a) Etat de l'air à l'aspiration du moteur (au point 1) au moyen d'un psychromètre à aspiration.

b) Température des gaz à la sortie du moteur, éventuellement à la sortie de l'oxycat (aux points 2 et 2') au moyen de thermo-éléments fer-constantan.

c) Quantité d'eau de ruissellement dans le pot à cailloux, ou solution de permanganate (au point 5), par la mesure de la baisse de niveau dans le réservoir d'alimentation.

d) Température et débit de gaz d'échappement, au point 4, au moyen d'un psychromètre à aspiration et d'un anémomètre étalonné spécialement pour la mesure dans une canalisation de même diamètre. (La conduite de refoulement a été prolongée pour permettre un certain refroidissement des gaz).

e) Charge prise par la machine, par le relevé des appareils indicateurs donnant la force électromotrice (V) et l'intensité du courant (A) débité sur les résistances de charge (rendement supposé de la génératrice : environ 0,8).

f) Teneurs des gaz en  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$  au refoulement, au point 5, dans l'axe de la tuyauterie, à 1,45 m de la sortie à l'air libre. On a procédé d'une part à une série de dosages de  $CO$  sur place au moyen d'indicateurs colorimétriques, et d'autre part au prélèvement de plusieurs échantillons de gaz en vue de leur étude ultérieure au laboratoire à l'aide d'un appareil Orsat industriel (teneurs en  $CO_2$  et  $O_2$ ).

Le détecteur de  $CO$  utilisé, de marque M.S.A., a été étudié à l'Institut d'Hygiène des Mines où il s'est avéré fidèle et juste vis-à-vis des mélanges d'air et d'oxyde de carbone pur. Son emploi repose sur la mesure du changement de coloration d'un réactif à base de sel de palladium lorsqu'il est mis en contact avec le gaz inconnu dans des conditions déterminées. Néanmoins, de par son principe même, le réactif est susceptible d'être influencé par des gaz oxydo-réducteurs tels que les oxydes d'azote et l'anhydride sulfureux dont la présence est possible dans les fumées de combustion de mazout. Il faut y ajouter divers produits organiques plus ou moins oxydés formés au cours de la combustion incomplète des hydrocarbures. Afin de mettre en évidence et d'éliminer dans la mesure du possible l'action parasite de ces impuretés, tous les tests de  $CO$  ont été effectués en double : les uns avec l'appareil seul, les autres après interposition d'un tube filtrant rempli de chaux sodée en granulés ; les composés acides sont ainsi retenus.

Les flacons pour analyse ultérieure ont été remplis entièrement par déplacement d'eau sans barbotage du gaz dans le liquide. Cette façon de faire évite la perte de  $CO_2$  par dissolution pendant le prélèvement et le transport des bouteilles. Il faut remarquer toutefois que cette précaution ne permet que la comparaison des gaz à la sortie de la tuyauterie et non pas à la sortie du moteur, car les fumées subissent entretemps un lavage par ruissellement d'eau dans le pot à cailloux.

Nous avons constaté que le dispositif catalytique étudié possédait un rendement nul pendant le fonctionnement du moteur à très faible charge donnant une température d'échappement des gaz pour laquelle l'appareil n'est d'ailleurs pas prévu, mais par contre à  $450^\circ C$ , nous avons trouvé un rendement de la suppression de l'oxyde de carbone de l'ordre de 90 % d'après les mesures faites sur  $CO$  purifié. Il importe cependant de faire remarquer ici que sans oxycat et pour un fonctionnement à mi-charge, la teneur en  $CO$  mesurée dans les gaz d'échappement purs est à la limite des concentrations donnant des effets physiologiques perceptibles et que, dans les galeries du fond, ces gaz, dont le débit est de l'ordre de 2 ... 4  $m^3$ /minute sont normalement dilués dans un courant d'air de plusieurs  $m^3$  par seconde.

### C. Le tarage des anémomètres.

Au cours de l'année écoulée, nous avons été amenés à effectuer à différentes reprises des mesures de débit d'air très précises. Toutes ces déterminations ont eu lieu en planimétrant la carte des vitesses dans la section de mesure, vitesses déterminées par points successifs au moyen d'anémomètres. La précision de ces déterminations dépend notamment de la stabilité du débit (que l'on peut vérifier par des mesures répétées au même point), de l'exactitude du tracé des courbes des vitesses et du planimétrage de celles-ci, mais surtout de l'exactitude et de la reproductibilité de l'anémomètre. Comme les anémomètres sont tarés dans nos laboratoires, la précision de nos déterminations de débit est finalement liée à celle du tarage, dont nous allons discuter brièvement.

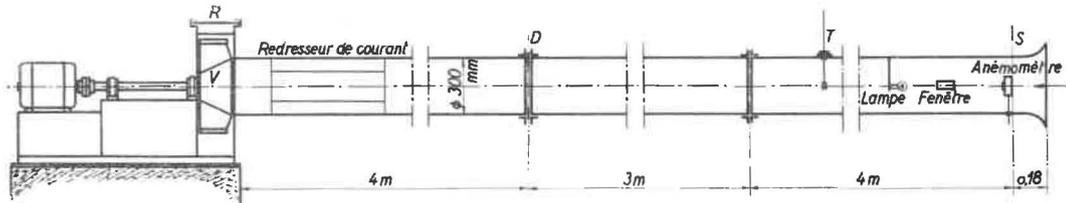


Fig. 18.

Supposons l'anémomètre placé loin des parois dans un courant d'air uniforme de vitesse  $v_a$  ; la courbe de tarage idéale est celle donnant  $v_a$  en fonction du nombre  $N$  de révolutions de l'anémomètre en un temps donné (généralement 1 minute). En réalité, l'installation de tarage est construite suivant le schéma de la figure 18. L'anémomètre est placé à l'entrée d'un conduit, dans une section où l'écoulement de l'air est presque parfaitement uniforme : en même temps que le nombre de tours  $N$  de l'anémomètre, on détermine au moyen d'un diaphragme normalisé ISA la vitesse moyenne dans le conduit par la formule

$$v_D = m \varepsilon \alpha \sqrt{\frac{2g \Delta H}{\delta_a}}$$

Dans cette formule,  $m$  désigne le rapport  $s/S$  de la section  $s$  au col du diaphragme à la section  $S$  du conduit,  $\varepsilon$  est un coefficient de compressibilité très voisin de 1, fonction quasi linéaire du rapport ( $p_2/p_1$ ) des pressions  $p_2$  au col et  $p_1$  en amont du diaphragme et  $\delta_a$  le poids spécifique de l'air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Le coefficient de débit  $\alpha$  n'est en général fonction que du rapport  $m$ . Malheureusement, notre installation n'a pas des dimensions suffisantes pour qu'il en soit ainsi et le coefficient dépend légèrement du nombre de Reynolds, donc du débit.

Un calcul par approximations successives a cependant permis de construire une fois pour toutes

une table des valeurs du produit  $m \varepsilon \alpha \sqrt{2g}$  en fonction des lectures  $\Delta H$ .

Il n'existe pas de relation directe entre la vitesse moyenne  $v_D$  calculée à partir des mesures au diaphragme et la vitesse  $v_a$  définie ci-dessus. En fait, il est possible d'établir cette relation par étapes successives (voir figure 19). On peut d'abord déterminer le rapport  $r_1$  entre la vitesse  $v_P$  déterminée au tube de Pitot dans la zone d'uniformité de la vitesse, en l'absence d'anémomètre, et la vitesse  $v_D$ . Nous avons trouvé en moyenne  $v_P/v_D = 1,065$ . Ce rapport assez différent de 1 ne se justifie pas entièrement par la diminution de vitesse près des parois dans la section de mesures ; il résulte aussi d'erreurs instrumentales. Nous avons tout lieu de penser que dans nos conditions (petits nombres de Reynolds), les valeurs de  $\alpha$  normalisées interna-

tionnellement donnent un résultat trop faible de quelques %.

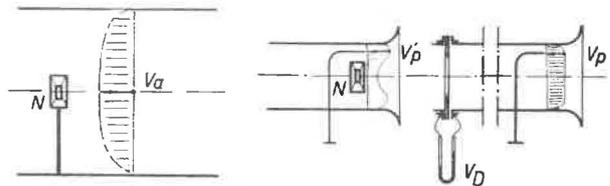


Fig. 19.

On peut étudier ensuite le rapport  $r_2 = v_P/v_P$  des vitesses mesurées au tube de Pitot dans la zone d'uniformité, avec et sans anémomètre. Ce rapport est essentiellement fonction de l'encombrement de la section de mesure par l'anémomètre et sa tige-support. On en obtient une estimation par le rapport de la surface totale et la section de mesure  $S$  à la surface nette  $S - s$ , c'est-à-dire la totale moins la projection des parties fixes de l'anémomètre sur le plan de mesure. L'étude en cours montre cependant que d'autres facteurs interviennent, notamment le jeu entre les pales et l'anneau de protection, le nombre et la dimension des pales, etc.

En troisième lieu, il faut étudier le rapport  $r_3$  entre la vitesse  $v_a$  uniforme de l'air mesurée à quelque distance de l'anémomètre placé dans une canalisation de grandes dimensions et la vitesse  $v_P$  mesurée de façon homologue dans l'installation de tarage. Les premières recherches que nous avons

TABLEAU X.

Moyens de prévention normalement mis à la disposition du personnel dans les travaux préparatoires au cours des opérations de foration.  
 Situation provisoire au début de 1958 comparée à la situation au 1<sup>er</sup> janvier 1957.  
 (Nouveaux, bacnures, chassages, burquins, approfondissements de puits...).

Bassins administratifs	Campine		Liège		Charleroi		Centre		Mons		Ensemble	
	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958
Années de référence												
Nombre de fronts en creusement	127	143	92	96	147	131	36	41	69	51	471	462
Fronts équipés de :												
1. Capteurs pour foration à sec	13	18	19	18	45	23	16	13	—	—	93	72
2. Perforateurs à adduction latérale d'eau	53	26	19	10	—	1	2	—	3	2	77	39
3. Perforateurs à injection centrale d'eau	61	87	36	61	69	91	10	21	36	43	212	303
Fronts avec prévention	127	131	74	89	114	115	28	34	39	45	382 ou 81 %	414 ou 89,5 %

TABLEAU XI.

*Développement des tailles auxquelles sont appliqués régulièrement des traitements humides.*  
 Situation provisoire au début de 1958 comparée à la situation au 1<sup>er</sup> janvier 1957.

Bassins administratifs	Campine		Liège		Charleroi		Centre		Mons		Ensemble	
	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958
Années de référence												
Longueur des fronts déhouillés (m)	19.976	19.705	22.654	23.885	32.536	33.137	12.420	12.114	12.619	12.933	100.205	101.774
I. Traitements appliqués au point de formation des poussières												
1. Arrosage des fronts	5.840	5.047	300	100	2.545	2.460	150	—	135	90	8.970	7.697
2. Injection d'eau en veine	9.853	9.659	1.105	835	3.427	7.345	2.035	2.358	1.284	1.651	17.704	21.848
3. Havage humide	3.396	3.422	470	620	200	290	—	—	—	—	4.066	4.332
4. Emploi de piqueurs à pulvérisation d'eau	6.205	4.826	4.947	4.883	5.654	6.276	718	785	120	170	17.644	16.940
Longueur totale traitée	25.294	22.954	6.822	6.438	11.826	16.371	2.903	3.143	1.539	1.911	48.384	50.817
II. Longueur des fronts traités par plusieurs de ces procédés à la fois	8.084	7.351	470	465	—	1.125	—	—	—	—	8.554	8.941
III. Longueur des fronts traités par un de ces procédés combiné à la pulvérisation d'eau dans la taille	4.173	5.697	—	635	—	3.770	—	—	—	—	4.173	10.102
IV. Longueur des fronts traités par pulvérisation d'eau au dessus des engins d'évacuation en taille	4.808	7.292	3.417	4.752	8.320	9.181	2.932	2.677	3.284	3.351	22.761	27.253
V. Longueurs des fronts naturellement humides ou considérés comme peu poussiéreux	2.994	1.851	4.799	7.771	4.750	4.884	1.215	1.183	4.164	4.237	17.922	19.926

entreprises à ce sujet semblent indiquer que dans les limites de précision atteintes le rapport  $r_3 = 1$ , c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'effet d'échelle de l'installation de tarage et que la vitesse de rotation du moulinet est essentiellement liée à celle des filets d'air dans son voisinage immédiat.

Finalement, on a

$$v_a = \frac{v_a}{v'_P} \cdot \frac{v'_P}{v_P} \cdot \frac{v_P}{v_D} \cdot v_D = r_3 \cdot r_2 \cdot r_1 \cdot v_D$$

ou encore, en tenant compte des résultats ci-dessus

$$v_a = 1,065 \frac{S}{S-s} v_D.$$

C'est cette valeur que nous comparons à la vitesse indiquée par l'appareil pour calculer sa correction.

Cependant, vu l'incertitude qui plane sur la valeur du rapport  $r_2$ , nous procédons au cours du tarage au contrôle direct de la vitesse  $v'_P$  au moyen d'un tube de Pitot. Si  $r_3 = 1$  cette mesure donne une estimation directe de  $v_a$  et nous permettra à la longue d'améliorer notre connaissance du rapport  $r_2 = v'_P/v_P$ , c'est-à-dire du coefficient d'encombrement de la section de mesure par des anémomètres de divers modèles.

Au terme de cet exposé concernant le tarage des anémomètres, rappelons qu'aucune courbe de tarage ne possède un caractère absolu, mais doit être affectée d'une tolérance due aux erreurs de mesure et au manque de reproductibilité de l'appareil. Suivant notre expérience actuelle, pour un anémomètre en *bon état*, la tolérance doit être considérée comme limitée aux basses vitesses à  $\pm 0,10$  m/s et aux vitesses élevées à  $\pm 2$  % de l'indication. Ces tolérances devraient être doublées pour des appareils en mauvais état. Rappelons encore que le tarage n'est strictement valable qu'en air sec et propre. Les poussières et gouttes d'eau affectent d'une façon difficile à estimer la précision des mesures; dans un cas particulier, nous avons pu vérifier qu'une pluie très dense, comme il s'en présente dans des puits de retour d'air et que nous avons reconstituée « qualitativement » en laboratoire, réduirait les indications de l'anémomètre de 4 à 5 %.

#### 4. — Enquête.

Comme chaque année, l'Institut a publié les résultats de son enquête sur l'étendue des moyens de prévention mis en œuvre dans les charbonnages belges pour lutter contre les poussières (42).

Nous sommes à même de donner en plus les résultats provisoires de la situation telle qu'elle se présente au début de l'année 1958. On trouvera au tableau IX le développement des tailles auxquelles sont appliqués des traitements humides : arrosage des fronts, injection d'eau en veine, havage humide et emploi de marteaux-piqueurs à pulvérisation

d'eau. Pour faciliter la comparaison, nous avons fait la distinction en indiquant, d'une part, la longueur des fronts traités par plusieurs de ces procédés à la fois et, d'autre part, la longueur des fronts traités par une seule de ces méthodes combinée à la pulvérisation d'eau en taille. Nous avons également ajouté la longueur des fronts traités par pulvérisation d'eau au-dessus des engins d'évacuation en taille et celle des fronts naturellement humides ou peu poussiéreux.

Au tableau X, nous avons fait figurer le nombre de travaux préparatoires en creusement en donnant la répartition des moyens de prévention normalement mis à la disposition du personnel au cours des opérations de foration.

Dans un cas comme dans l'autre, travail en taille ou creusement des préparatoires, nous enregistrons encore pour l'ensemble du pays un progrès par rapport à l'année précédente.

#### BIBLIOGRAPHIE.

- (1) HOUBERECHTS, A. — L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1956. — Annales des Mines de Belgique, 1957, 5, 372-406.
- (2) FLEISCH, A. — Nouvelles méthodes d'étude des échanges gazeux et de la fonction pulmonaire. — Bâle, Schwabe, 1954.
- (3) LAVENNE, F. et PATIGNY J. — Comparaison de la radiographie et de la radiophotographie sur formats  $10 \times 12$  et  $7 \times 7$  cm pour le diagnostic de la pneumoconiose simple. — in Comptes rendus du XII<sup>e</sup> Congrès International de Médecine du Travail, Helsinki, 1957, vol. III, 350-354.
- (4) HOUBERECHTS, A. — L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1955. — Annales des Mines de Belgique, 1956, 3 et 4, 375-402 et 599-629.
- (5) COCHRANE A.L., DAVIES I. et FLETCHER C.M. — « Entente radiologique » Brit. J. Indust. Med., 1951, 8, 244-255.
- (6) VAN MECHELEN V. — Quelques données sur l'état actuel du problème de l'anthraco-silicose. — Ann. Méd. Chir. du Centre, 1950, 6, 25-46.
- (7) BARIETY M., COURTY C. et CHOUBRAC P. — Valeur comparée de la radiophotographie et de la radiographie. Le coefficient subjectif de lecture. — in Rapport du II<sup>e</sup> Congrès International de Radiophotographie médicale, Paris, Masson, 1956, 237-256.
- (8) BELAYEW D., PRIGNOT J. et LAVENNE F. — La topographie des lésions confluentes dans la pneumoconiose des houilleurs. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1956, n<sup>o</sup> 136, 41.
- (9) BONTE G., FOUBERT P. et NADIRAS P. — Application de la caméra à miroir au radio-dépistage de la silicose. — Journal de Radiologie et d'Electrologie, 1954, 35, 85-89.
- (10) JARRY J.J. — Le dépistage précoce de la silicose. — Journées scientifiques de Médecine préventive et sociale. Vichy, septembre 1955.
- (11) AÛPETIT J. et FLOUQUET M. — Etude comparative radiophotographique et radiographique des pneumoconioses. — Arch. Mal. Profess., 1956, 17, 516-519.
- (12) FLETCHER C.M. — Le diagnostic de la pneumoconiose des mineurs. — Bruxelles Médical, 1952, 32, 755-761.
- (13) FLETCHER C.M. — Pneumoconiosis of coalminers. — Brit. Med. J., 1948, 1, 1.015-1.024 et 1.065-1.076.
- (14) FLETCHER C.M. — Coal workers' pneumoconiosis, so called anthraco-silicosis. — Beiträge zur Silikose-Forschung « Bericht über die Medizinische Wissenschaftliche Arbeitstagung über Silikose », Bochum, 1951, 119-138.

- (15) FLETCHER C.M. — Classification of roentgenograms in pneumoconiosis. — Arch. Indust. Health, 1955, 11, 17-28.
- (16) DAVIES I., FLETCHER C.M., MANN K.J. et STEWART A. — Radiological progression in coalminers' pneumoconiosis. — in « Proceeding of the 9th International Congress of Industrial Medicine », Londres, 1949, 773-778.
- (17) COCHRANE A.L., FLETCHER C.M. GILSON J.C. et HUGH-JONES P. — The role of periodic examination in the prevention of coalworkers' pneumoconiosis. — Brit. J. Indust. Med., 1951, 8, 53-61.
- (18) VAN MECHELEN V. — De anthraco-silicose in België. — Verhand. van de Kon. Vl. Academie voor Geneeskunde van België, 1951, 13, 579-580.
- (19) FLETCHER C.M. et OLDHAM P.D. — The problem of consistent radiological diagnosis in coalminers' pneumoconiosis. — An experimental study. — Brit. J. Indust., Med., 1949, 6, 168-175.
- (20) BELAYEW D., PRIGNOT J. et LAVENNE F. — Les aspects tomographiques des images confluentes dans la pneumoconiose des houilleurs. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1957, n° 148, 35.
- (21) BALGAIRIES E., AUPETIT J., DECLERCQ G., FOUBERT P., JARRY J.J. et NADIRAS P. — Présentation d'une classification des pneumoconioses. — Rev. Méd. Min., 1952, n° 17, 13-35.
- (22) MOREL R. — La tomographie pulmonaire dans la silicose. — Thèse, Lyon, 1951.
- (23) WORTH G. — Klinik und Röntgenologie. — in Worth en Schiller. Die Pneumokoniosen. Staufen, 1954, 898.
- (24) PENDERGRASS E.P. — Some considerations concerning the roentgen in anthraco-silicosis. — Annals Int. Med., 1954, 48, 571-594.
- (25) BALESTRA G. — Il quadro radiologico delle pneumoconiosi. — Atti. XV Congr. naz. della Societa italiana Rad. med., 1948.
- (26) SADOUL P., McILHANY M.L., AUBERTIN N. et DURAND D. — Les différentes variables respiratoires au cours de l'exercice de vingt minutes chez l'adulte sain. — Rev. Méd. Nancy, 1957, 82, 773-785.
- (27) HOUBERECHTS A. — L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1954. — Annales des Mines de Belgique, 1955, 5, 373-410.
- (28) LAVENNE E. et BELAYEW D. — Problèmes médicaux soulevés par le travail aux températures élevées. 3<sup>e</sup> partie: Entraînement des sauveteurs aux hautes températures. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1954, n° 123, 35.
- (29) EICHNA L.W., BEAN W.B., ASHE W.F. et NELSON N. — Performance in relation to environmental temperature. — Bull. of the J. Hopkins Hospital, (Baltimore), 1945, 76, 25-58.
- (30) LEYH P. — Problèmes médicaux soulevés par le travail aux températures élevées. 4<sup>e</sup> partie: Le maintien de l'accoutumance aux hautes températures. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1957, n° 149, 38.
- (31) BELDING H.S. et HATCH T.F. — Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strains. — Heating, Piping and Air Conditioning, 1955, 27, 129-136.
- (32) CROSMONN G. — Determination of free silica by dispersion straining microscopical methods. — Am. Ind. Hyg. Assoc. Quart., 1951, 12, 117-120.
- (33) DODGE N.B. — The dark-field color immersion method. — Amer. Mineral, 1958, 33, 541.
- (34) THAER A. — Ein Beitrag zur Lichtmikroskopischen Mineralbestimmung in Feinstäuben insbesondere des Kohlenbergbaues. Staub, 1954, H. 38, 555-570. Analysé dans le Bulletin de Documentation Technique de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1955, n° 24, 9.
- (35) CARTIGNY S. — Dosage de la silice dans les poussières de roches. 1<sup>re</sup> partie: Détermination de la silice totale par voie chimique. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1956, n° 138, 51.
- (36) PATIGNY J. et CARTIGNY S. — Etude du midget scrubber D. 18. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1953, n° 113, 54.
- (37) HOUBERECHTS A., CARTIGNY S. et DE-GUELDRE G. — Etude comparative de solutions tensio-actives destinées à la lutte contre les poussières dans les mines. Critères concernant leur efficacité. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1955, n° 133, 36.
- (38) HOUBERECHTS A. — L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1952. — Annales des Mines de Belgique, 1953, LII, 3<sup>e</sup> livraison, 325-360.
- (39) HOUBERECHTS A. et PATIGNY J. — Etude théorique et expérimentale des pertes de charge dans les puits. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1957, n° 146, 47.
- (40) BIDLOT R. et LEDENT P. — Etude expérimentale de l'influence de l'équipement d'un puits sur les pertes de charge subies par le courant de ventilation. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1950, n° 69, 31.
- (41) HOUBERECHTS A. et LEDENT P. — Détermination des pertes de charge dans un puits aux Charbonnages du Bois-du-Cazier, à Jumet. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1951, n° 78, 27.
- (42) DE-GUELDRE G. — La lutte contre les poussières dans les charbonnages belges. — Situation au début de l'année 1957. — Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, 1957, n° 142, 21.

# IX<sup>e</sup> Conférence Internationale des Directeurs des Stations d'Essais

(Juin et juillet 1956)

Communications analysées et résumées

par J. FRIPIAT

Directeur divisionnaire des Mines,  
Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines.

(Suite) (\*)

## INFLAMMATION DES POUSSIÈRES ET MESURES PREVENTIVES

### Risque d'explosion résultant des dépôts localisés de poussières

par S. K. SHAW et D. W. WOODHEAD (24)

Les poussières charbonneuses ne se déposent pas seulement en couches continues; elles peuvent aussi en certains points de la mine former des accumulations plus ou moins importantes alternant avec des zones neutralisées.

Le charbon se trouvant sur les convoyeurs et autres engins de transport, celui s'accumulant aux points de transfert et de chargement, près des rouleaux des courroies, celui répandu lors du déraillement ou du renversement des berlines constituent autant de dépôts qu'il est difficile de neutraliser correctement par des additions de poussières stériles.

Les auteurs ont étudié l'intervention de ces dépôts dans la propagation des explosions.

Les expériences ont été effectuées dans la galerie d'acier de Buxton (diamètre 1,22 m, longueur 100 m) et avec des poussières à 36,5 % de matières volatiles (eau et cendres déduites) passant, à raison de 85 %, le tamis à mailles de 66 microns.

On amorçait l'explosion à l'aide d'un inflammateur placé à 4,5 m du fond de la galerie.

Celui-ci consiste en un cylindre d'acier ouvert d'un côté et fermé de l'autre, par un cône également en acier. Cet engin renferme des poussières charbonneuses et une charge d'allumage de poudre noire; il donne, suivant le format utilisé, une flamme de 24 ou 28 m de longueur.

On repérait l'extension de la flamme dans la galerie, par des touffes de coton nitré.

Chaque essai était répété cinq fois.

On considérait qu'il y avait :

- propagation quand la flamme se développait jusqu'à l'orifice de la galerie;
- non propagation quand la flamme ne dépassait pas 61 m ;
- propagation partielle quand elle s'arrêtait entre 61 et 100 m.

Les auteurs ont expérimenté les cas extrêmes suivants :

- Poussières mises en tas.
- Couches uniformes de poussières alternant avec des zones neutres (sans poussières).
- Bandes juxtaposées de poussières charbonneuses et de poussières stériles.

(\*) Voir « Annales des Mines », octobre-novembre 1957, janvier-février 1958.

(24) Communication n° 12 du « Safety in Mines Research Establishment », Sheffield (Grande-Bretagne).

**Résultats des essais.***Poussières mises en tas.*

Les poussières sont mises en tas de poids égal, régulièrement espacés à partir de 16,5 m du fond de la galerie.

Des essais préliminaires montrèrent que l'explosion allumée par le petit inflammateur parcourait toute la galerie alors que les tas de 3,63 kg se suivaient à 15 m l'un de l'autre.

De là, on pouvait déjà conclure que les dépôts qui se forment à l'aplomb des rouleaux d'un convoyeur à bande favorisent l'extension d'une explosion relativement faible.

Le tableau XXXVII donne les résultats de toute une série d'essais effectués avec l'inflammateur de petit format dans des conditions variables de concentration.

Dans la troisième colonne, figure la concentration  $\text{kg/m}^3$  qu'on obtiendrait si le dépôt de poussières était régulièrement réparti sur toute la longueur de la galerie.

Avec des tas de 1,83 m, l'intervalle le plus long franchi par la flamme a été de 15,2 m quelle que soit la concentration. Cet intervalle a été de 22,90 m pour les tas de 122 cm aux concentrations de 0,4 et 0,5  $\text{kg/m}^3$ .

Aux faibles concentrations de 0,1 et 0,2  $\text{kg/m}^3$ , les tas de 61 cm ont donné une distance de franchissement atteignant 7,60 m.

A remarquer que la concentration de 0,1  $\text{kg/cm}^3$  est très voisine du poids minimum assurant la propagation de la flamme dans un dépôt continu, soit 75  $\text{g/m}^3$ .

TABLEAU XXXVII.

*Poussières en tas*

Tas			Concentration en $\text{kg/m}^3$	Fréquence de propagation
Poids (kg)	Longueur (m)	Distance d'axe en axe (m)		
0,907	0,61	7,6	0,1	3/5
1,81	0,61	15,2	»	0/5
1,81	1,22	15,2	»	2/5
1,81	1,83	15,2	»	1/5
2,72	1,22	22,9	»	0/5
2,72	1,83	22,9	»	0/5
1,81	0,61	7,26	0,2	2/5
3,63	0,61	15,2	»	0/5
3,63	1,22	15,2	»	1/5
3,63	1,83	15,2	»	1/5
5,44	1,22	22,9	»	0/5
5,44	1,83	22,9	»	0/5
5,44	0,61	15,2	0,3	1/5
5,44	1,22	15,2	»	1/5
5,44	1,83	15,2	»	1/5
8,16	0,61	22,9	»	0/5
8,16	1,22	22,9	»	0/5
8,61	1,83	22,9	»	0/5
7,26	0,61	15,2	0,4	3/5
7,26	1,22	15,2	»	2/5
7,26	1,83	15,2	»	2/5
10,9	0,61	22,9	»	0/5
10,9	1,22	22,9	»	2/5
10,9	1,83	22,9	»	0/5
14,5	1,22	30,5	»	0/5
13,61	0,61	22,9	0,5	1/5
13,61	1,22	22,9	»	2/5
13,61	1,83	22,9	»	0/5
18,14	0,61	30,5	»	0/5
18,14	1,22	30,5	»	0/5

*Poussières en couches uniformes.*

Les poussières sont mises non plus en tas mais en couches d'épaisseur uniforme séparées par des zones neutres.

On déclenche l'explosion soit par un inflammateur de petit modèle (680 g de poudre noire et 1,7 kg de poussières), soit par un inflammateur de grand modèle (1,36 kg de poudre noire et 4,08 kg de poussières).

L'inflammateur se trouve à 4,50 m du fond de la galerie et la première zone de poussière commence à 4,50 m de l'inflammateur.

Les résultats sont indiqués au tableau XXXVIII.

La concentration figurant à la quatrième colonne est celle qu'on obtiendrait si la poussière était répar-

tie uniformément sur toute la longueur de la galerie. Les groupes d'essais marqués d'un astérisque sont ceux pour lesquels, en plus des propagations totales, il y a eu des propagations partielles (flamme se développant sur plus de 61 m mais n'atteignant pas l'orifice de la galerie).

Avec l'inflammateur petit format, la flamme a franchi :

avec la concentration	0,075 kg/m <sup>3</sup>	15,2 m
»	» 0,10 »	22,9 m
»	» 0,20 »	30,5 m

On voit aussi que les intervalles neutres franchis par la flamme sont d'autant plus longs que la concentration est plus élevée et que les zones empoussiérées sont plus longues.

TABLEAU XXXVIII.

*Poussières en couches uniformes avec zones neutres*

Couches			Concentration kg/m <sup>3</sup>	Fréquence de propagation
Poids kg	Longueur m	Espacement m		
<i>Inflammateur de petit format</i>				
0,9	7,6	7,6	0,05	0/5
1,36	7,6	7,6	0,075	1/5 *
2,0	7,6	15,2	»	1/5
2,7	7,6	22,9	»	0/5
2,7	7,6	15,2	0,1	1/5 *
3,63	7,6	22,9	»	0/5
3,63	15,2	15,2	»	3/5
3,63	15,2	22,9	»	1/5
5,44	15,2	30,5	»	0/5
5,44	22,9	22,9	»	1/5 *
5,44	22,9	30,5	»	0/5
5,44	7,6	15,2	0,2	5/5
7,26	7,6	22,9	»	1/5
7,26	7,6	30,5	»	0/5
7,26	15,2	15,2	»	5/5
7,26	15,2	22,9	»	2/5
10,9	15,2	30,5	»	0/5
10,9	22,9	22,9	»	5/5
10,9	22,9	30,5	»	3/5
10,9	22,9	38,1	»	0/5 *
8,16	7,6	15,2	0,3	5/5
10,9	7,6	22,9	»	1/5
10,9	7,6	30,5	»	0/5
<i>Inflammateur de grand format</i>				
0,9	7,6	7,6	0,05	0/5
1,36	7,6	7,6	0,075	0/5 *
2,72	7,6	15,2	0,1	3/5
3,63	7,6	22,9	»	3/5
3,63	7,6	30,5	»	0/5
7,26	7,6	30,5	0,2	2/5
7,26	7,6	38,1	»	0/5

Quand on compare les résultats obtenus avec les zones de 7,6 m de longueur et les deux inflammateurs, on constate que le premier, le moins puissant, enflamme facilement les dépôts de faible concentration, alors que le second, le plus violent, est particulièrement apte à allumer les dépôts de 0,1 kg/m<sup>3</sup> et plus.

On peut expliquer cette différence de la manière suivante.

Quand la concentration en poussières ne dépasse guère la limite inférieure d'inflammabilité, la flamme qui se déplace lentement (source faible d'inflammation) laisse aux poussières suffisamment de temps pour traverser les intervalles neutres. Avec l'inflammateur grand format, la flamme plus rapide consume les poussières avant qu'elles n'aient franchi les intervalles neutres.

Taffanel a donné jadis (1912) une explication analogue à propos de cette constatation, que la recrudescence d'une explosion après une zone neutre était plus grande lorsque cette explosion atteignait une zone de poussières grossières et abondantes. Ces poussières étaient, pensait-il, d'un soulèvement plus difficile par le souffle et subsistaient en quantité plus importante jusqu'au moment de l'arrivée de la flamme.

#### Bandes longitudinales et juxtaposées de charbon et de stérile.

Cette situation rappelle quelque peu celle d'une voie avec courroie transporteuse; les poussières de charbon sont étalées et par conséquent facilement dispersibles.

À la suite de l'explosion d'Easington (1951), on avait déjà fait, dans la galerie de 1,22 m de diamètre, quelques expériences dans les conditions suivantes :

Au centre de la galerie, il y avait une courroie de 53 × 0,30 m couverte de charbon fin et, de part et d'autre de la courroie, deux bandes de stérile.

Les concentrations étant en charbon 50, puis 75 g/m<sup>3</sup> sur 15 m, en stérile 1 kg/m<sup>3</sup> (sur 15 m), on obtint, avec l'inflammateur petit format, la propagation de l'explosion sur toute la longueur de la galerie,

2 fois sur 4 avec la concentration de 50 g/m<sup>3</sup>

3 fois sur 5 avec la concentration de 75 g/m<sup>3</sup>.

On a repris ces expériences, mais sans courroie transporteuse, les deux bandes de poussières (charbon et stérile) étant étalées l'une à côté de l'autre sur toute la longueur de la galerie (100 m).

Le stérile était du calcaire. Deux types ont été utilisés : l'un était normal, l'autre avait été traité avec une forte proportion d'acide gras, celui-ci diminuant la cohésion interne de la matière et augmentant par conséquent sa dispersibilité.

Les observations sont consignées au tableau XXXIX.

TABLEAU XXXIX.

Concentration (en kg/m <sup>3</sup> )		Pourcentage de calcaire	Résultats en fréquence de propagation	
charbon	calcaire		Inflammateur petit modèle	Inflammateur grand modèle
<i>Calcaire normal</i>				
0,1	0,2	67	1/5 *	0/5 *
	0,3	75	0/5 *	0/5 *
	0,4	80	0/5	0/5 *
0,15	0,45	75	1/5	2/5
	0,6	80	1/5	1/5 *
	1,35	90	1/5 *	0/5 *
0,2	0,8	80	3/5 *	2/5 *
	1,8	90	0/5 *	2/5 *
	3,8	95	0/5 *	1/5 *
<i>Calcaire traité (très dispersible)</i>				
0,2	0,8	80	1/5 *	4/5 *
	1,8	90	1/5	4/5 *
	3,8	95	0/5	0/5 *

Les séries marquées d'un astérisque sont celles pour lesquelles il y a eu des propagations partielles.

Avec la concentration en charbon la plus faible (0,1 kg/m<sup>3</sup>), la flamme ne s'est propagée qu'une fois.

La fréquence de propagation augmente avec la teneur en charbon et cela malgré le pourcentage élevé de stérile (90 et 95 %), nettement supérieur à la quantité prescrite en Angleterre pour la neutralisation des voies (75 %).

Bien que le nombre de propagations diminue avec l'accroissement du pourcentage de stérile, il y a des raisons de croire que même une quantité illimitée de stérile n'assurerait pas une protection complète contre le risque d'explosion provenant du charbon sec déposé sur une courroie transporteuse.

#### Discussion des résultats.

Il n'est pas nécessaire que les dépôts de poussières soient continus pour constituer un grave danger d'explosion.

S'il y a une couche de poussières charbonneuses étalée le long d'une voie, sur la sole, ou sur une bande transporteuse, la probabilité que le stérile arrête l'explosion est très faible.

Dans les mines, il y a des dépôts de tous genres : du charbon sur les courroies, des mélanges de charbon et stérile dans les voies, mais il n'y a guère de chance d'avoir sur la sole un mélange intime de poussières charbonneuses et de poussières stériles. Dans ces conditions, il est difficile d'arrêter une explosion; 95 % de stérile ne suffisent pas.

Schultze-Rohnhof (1952) pense que le stérile déposé sur la sole n'est en somme qu'une précaution supplémentaire n'ayant d'utilité que dans les mines où il ne se précipite pratiquement pas de poussière.

Shaw et Woodhead voient dans leurs expériences la confirmation d'idées ou suggestions émises antérieurement par certains spécialistes.

En 1947, Jones et Tideswell, mettant l'accent sur la nécessité d'entreprendre l'étude de nouvelles méthodes de neutralisation, suggéraient de mettre le stérile sur des planches pour faciliter sa dispersion.

Plus tard (1954), Tideswell préconisait de protéger les voies à convoyeurs par un système continu de planches longitudinales placées au toit ou par des arrêts barrages à sacs disposés longitudinalement au-dessus du convoyeur.

Des dispositions semblables ont été proposées à la même époque par Bryan.

En résumé, les voies de transport doivent être protégées par des arrêts barrages à titre de précaution supplémentaire à celle que constitue la neutralisation généralisée.

Les auteurs estiment que les développements futurs des techniques minières doivent être dirigés vers des méthodes d'extraction réduisant au minimum la production de poussières et vers des moyens de transport conçus dans le sens de la réduction des dépôts poussiéreux.

## Recherches sur les explosions de poussières effectuées au cours des années 1954-1955 par le Bureau des Mines

par I. HARTMANN, J. NAGY, J. RAUSCHENBERGER et D. W. MITCHELL (25)

Cette communication relate les constatations que les auteurs ont faites au cours d'une longue série d'expériences effectuées dans la galerie principale de la mine expérimentale de Bruceton. (Cette galerie a 400 m environ de longueur, 2,7 à 3,0 m de largeur, 3,1 m de hauteur).

Cinq questions bien distinctes ont été étudiées.

### I. Stockage souterrain des havrits.

Il est d'usage d'abandonner dans les chantiers les havrits inutilisables; par contre, la loi fédérale de 1952 interdit les dépôts de poussières dangereuses dans les travaux souterrains.

Il importait donc de voir dans quelle mesure les amas de havrits augmentent le risque d'explosion et de déterminer les moyens propres à réduire ce risque.

#### 1) Dépôts de havrits près du front d'abattage.

La neutralisation étant habituellement arrêtée à 12 m du front, il existe sur cette distance des déchets de havage qui ne sont l'objet d'aucune mesure préventive.

On a procédé à des essais d'explosion en utilisant :

- des havrits de la même composition granulométrique que ceux produits par les machines de havage;
- du charbon de Pittsburgh à 37 % de matières volatiles et de finesse telle que 80 % traversaient le tamis n° 200 (74 microns de diamètre);
- du calcaire broyé à la même finesse que le charbon;
- comme moyen d'amorçage :

Amorçage A - 1,8 kg de poudre noire tirée dans un mortier d'acier avec bourrage d'argile de 1,35 kg;

(25) Communication n° 21 du « Bureau of Mines Pittsburgh », Etats-Unis.

Amorçage 5-25 - 37 m<sup>3</sup> d'un mélange inflammable d'air et de gaz naturel.

Sur les 15 m à partir du front, il y avait :

- ou du charbon (1,5 kg par mètre de galerie),
- ou des havrits en couche de 76 mm d'épaisseur.

Ces expériences ont montré que la présence de havrits à proximité même du front n'augmentait pas la gravité des explosions.

## 2) Dépôts de havrits en des points éloignés du front.

On a d'abord recherché le taux de neutralisation capable de limiter à 170 m le développement de la flamme allumée dans un mélange de poussières charbonneuses et de calcaire fin.

Le mélange était déposé à raison de 1,5 kg/m sur la sole de la galerie, sur des planches latérales et sur des planches transversales.

L'inflammation était provoquée soit :

- a) par l'amorçage C modifié comportant 37 m<sup>3</sup> de mélange gazeux et 45 kg de charbon fin déposé sur 45 m;
- b) par l'amorçage B comportant :  
60,3 kg de charbon fin (80 % traversant les mailles de 0,074 mm);  
19 kg de charbon mine-size (20 % traversant les mailles de 0,074 mm),  
et comme mode d'allumage une charge de poudre noire tirée au mortier.

L'amorçage B est le plus efficace; il a été utilisé pour la plupart des essais.

Le taux limite de calcaire pour arrêter la flamme à 170 m du point d'allumage était de 70 % (le pourcentage de matières incombustibles dans ce mélange est de 73 %).

On a fait ensuite des expériences d'explosion avec des havrits. Ceux-ci étaient le plus souvent déposés sur la sole de la galerie en couche de 76 mm d'épaisseur et sur 45 m de longueur,

- 1) à 40,5 m du front;
- 2) à 85 m du front;
- 3) à 132 m du front.

Les zones sans havrit étaient couvertes de mélange charbon-calcaire à 70 % de calcaire. Parfois aussi une partie de ce mélange se trouvait sur des planches au-dessus des havrits (0,49 kg de mélange par mètre de galerie).

On a expérimenté aussi d'autres modes de répartition des havrits :

- a) dépôt de 91 m de longueur, 76 mm d'épaisseur sur la sole de la galerie et commençant à 78 m du front;
- b) dépôt de 380 mm d'épaisseur et 610 mm de largeur le long des parois;
- c) sur la sole et recouverts de calcaire (28 kg/m<sup>2</sup>);
- d) le long des parois et recouverts de calcaire (21 kg/m<sup>2</sup>);
- e) tas coniques de 225 kg (hauteur 200 à 560 mm).

Enfin, pour certains essais, les havrits étaient consolidés par un mélange humide de sable et de ciment.

Les essais ont montré que les couches de havrits contribuent à la propagation d'une explosion et donnent un risque comparable à celui des poussières charbonneuses non neutralisées. Les tas séparés sont plus dangereux qu'une couche uniforme, car l'explosion les érode plus violemment.

Une couche de calcaire sur les havrits peut arrêter la propagation. On arrive au même résultat en consolidant les havrits par une couche de ciment, mais il est nécessaire d'appliquer une certaine quantité de stérile sur la surface consolidée pour neutraliser le dépôt ultérieur de poussières charbonneuses.

Par conséquent, si les havrits doivent être stockés dans le fond, il faut qu'ils soient étendus, puis neutralisés par du calcaire ou consolidés.

## II. Dépôts épais de poussières stériles sur la sole des galeries.

Dans certaines mines, la tendance est de neutraliser uniquement la sole des galeries. On éventre des sacs de calcaire au centre de la galerie et on répand le contenu à la pelle; il y a donc excès de stérile au milieu de la sole, mais les dépôts charbonneux des parois et du toit ne sont pas neutralisés.

Les auteurs ont cherché par des expériences à mettre en évidence le danger de ce procédé.

Ils ont utilisé comme mode d'amorçage, du charbon broyé réparti à raison de 45 kg sur 15 m et allumé par une charge de poudre noire au mortier.

Les gisements poussiéreux soumis aux expériences s'étendaient sur une longueur de 106,50 m à partir du front (zone d'essai).

Voici, en bref, les expériences effectuées et les constatations auxquelles elles ont donné lieu :

- a) Mélange de charbon et de calcaire réparti 1/3 sur des planches transversales, 1/3 sur des planches latérales, 1/3 sur la sole et à raison de 1,5 kg par mètre de galerie.  
Il faut 64 % de matières incombustibles pour que la flamme soit arrêtée dans la zone d'essai.
- b) Calcaire fin projeté mécaniquement sur les parois et le toit (65 à 70 % tombent sur la sole). Poussières de charbon sur les planches et sur la sole.  
L'explosion est arrêtée quand le taux moyen d'incombustibles atteint 70 %.
- c) Calcaire appliqué sur les parois et au toit à raison de 6 kg/m. Charbon sur les planches transversales et latérales à raison de 0,75 kg/m. Avec un taux moyen d'incombustibles de 90 %, la flamme parcourt presque toute la zone d'essai.
- d) Calcaire déposé sur la sole à raison de 6 ou 18 kg par mètre de galerie. Charbon sur les

planches transversales et latérales à raison de 1,5 ou 0,75 kg/m (parfois aussi sur la sole). Dans chaque cas, l'explosion s'est développée sur toute la zone d'essai alors que le taux moyen d'incombustibles variait de 82 à 96 %.

Les expériences montrent que la neutralisation intensive de la sole de la galerie ne compense pas l'absence de poussières stériles sur les parois et au toit.

### III. Adhérence des poussières stériles aux parois et au toit.

Dans la neutralisation à l'air comprimé, 30 à 35 % seulement des poussières adhèrent aux parois et au toit; le reste tombe sur la sole ou est emporté par le courant d'air.

Les auteurs ont donc cherché les moyens propres à augmenter l'adhérence du stérile. Leurs essais ont été réalisés dans une galerie de la mine expérimentale, de section à peu près égale à celle où se sont déroulés les essais antérieurs.

Ils ont utilisé un gicleur lançant 16 kg de calcaire pulvérisé par minute.

Celui-ci était projeté sur les parois et sur le toit. La vitesse de l'air dans la galerie était de 15 mètres/minute. On récoltait ensuite la poussière déposée sur des bandes de 150 mm de largeur.

Les auteurs ont modifié de façons diverses les conditions d'empoussiérement.

Leurs constatations peuvent être résumées comme suit :

- 1) Les résultats restent les mêmes suivant qu'on projette le même poids de poussières en une fois ou en plusieurs fois.
- 2) Le calcaire ordinaire adhère mieux que le calcaire à surface traitée (La communication ne dit pas en quoi consiste le traitement).
- 3) L'adhérence reste la même quand le pourcentage de fines particules (0,074 mm) varie de 60 à 85 %.
- 4) Lorsque l'empoussiérement est précédé de l'humidification du toit et des parois (1,9 à 2,5 l par mètre de galerie), l'adhérence du calcaire ordinaire passe de 32 à 45 % et celle du calcaire traité de 14 à 27 %.

Les auteurs estiment que si l'adhérence du stérile est insuffisante, il faut humidifier les parois soit avant, soit pendant l'empoussiérement.

### IV. Applications de poussières stériles mouillées près des fronts avançant rapidement.

Tous les chantiers doivent, en vertu du règlement, être neutralisés jusqu'à 12 m du front; il n'y a d'exception que pour ceux dont les poussières sont ininflammables du fait de leur grande teneur en matières incombustibles (humidité et cendres).

Généralement, on fait l'empoussiérement à la machine (souffleur à air comprimé) pendant les arrêts du travail et aux changements de postes.

Des difficultés apparaissent lorsque des machines fonctionnent sans interruption aux trois postes; celles-ci ne peuvent en effet, pas plus que le personnel, travailler dans une atmosphère chargée intensément de poussières.

On a donc imaginé différents procédés de protection :

- 1) Poussières déposées sur des planches placées le long des parois.
- 2) Poussières déposées sur des planches transversales. Ces planches de 25 cm de largeur sont suspendues à 1,5 m l'une de l'autre et à 50 cm du ciel de la galerie.
- 3) Auges transversales en planches, remplies d'eau et placées à 3 m l'une de l'autre.
- 4) Poussières stériles humides appliquées sur le toit et les parois. Ce dernier procédé peut être mis en œuvre de deux façons :
  - a) boue préformée et projetée par une gunitreuse;
  - b) la poussière sèche et l'eau sont projetées séparément par un gicleur.

80 à 85 % de la poussière adhèrent aux parois et au toit.

Le procédé humide est donc bien supérieur à l'empoussiérement à sec.

De plus, celui-ci met en suspension dans l'air du chantier :

175 particules/mm<sup>3</sup> à 7,50 m du gicleur,

71 particules/mm<sup>3</sup> à 30 m du gicleur,

alors qu'avec l'empoussiérement humide les nombres de particules dans l'atmosphère sont de 0,5 % et de 1 à 10 % des nombres précités, suivant que la poussière stérile est projetée sous forme de boue ou séparément avec l'eau.

### Essais d'explosion.

Soixante-cinq essais ont été effectués dans la galerie principale (400 m) de la mine expérimentale, avec des modes d'amorçage identiques (ou à peu près) à ceux décrits précédemment.

On a aussi déclenché l'explosion par un arc électrique allumant un nuage de poussières.

Dans beaucoup d'essais, la zone neutralisée, dont la longueur était de 90 m, commençait dès la zone d'amorçage; dans d'autres, il y avait entre les deux zones un dépôt de poussières de charbon de 15, 30 ou 45 m.

Pour la mise en place du stérile, on utilisait un gicleur dans lequel la poussière était mélangée à l'eau et projetée sur les parois et sur le toit à raison de 6 kg par mètre de galerie (parfois 12 kg/m).

La plupart des essais ont été effectués alors que le dépôt de stérile était complètement sec. Quelques

fois on a fait l'explosion quand le dépôt renfermait encore de 10 à 15 % d'eau.

Voici les résultats les plus marquants enregistrés par les auteurs :

- 1) Les plus fortes explosions sont produites par le tir au canon sans bourrage.
- 2) La poussière humide est d'autant plus efficace qu'elle renferme moins d'eau et elle est moins efficace que la poussière sèche.
- 3) L'efficacité de la poussière humide couvrant les parois et le toit augmente s'il y a, en plus, de la poussière sèche sur le mur.
- 4) Quand la zone de poussière stérile commence à 15 m du front d'abattage, l'explosion n'est cependant pas arrêtée lorsque le dépôt de stérile au toit, aux parois et à la sole est couvert de charbon fin à raison de 1,5 kg/m (dépôt de 0,254 mm d'épaisseur).
- 5) Quand la neutralisation commence à 30 m et au delà du front, il est difficile sinon impossible d'arrêter l'explosion, et cela quel que soit le genre de dépôt (sec ou humide).

De leurs expériences, les auteurs concluent qu'on peut se protéger contre les explosions près des fronts à avancement rapide en appliquant de la poussière stérile humide sur le toit et les parois, mais qu'il

#### V. Effet de berlines chargées sur la propagation des explosions.

Cette étude a été entreprise à la suite d'une explosion survenue dans une mine dont les galeries étaient encombrées de berlines de charbon friable.

Cette explosion fut déclenchée par du grisou allumé à un arc de trolley. On estima que les poussières se trouvant dans les berlines avaient participé largement à l'extension de l'explosion.

Vingt essais ont été effectués dans la galerie de 400 m de la mine expérimentale. Celle-ci était empoussiérée d'un mélange de charbon fin et de calcaire broyé renfermant au total soit 59 %, soit 73 % de matières incombustibles.

L'inflammation était produite à front de la galerie par un mélange d'air et de gaz naturel (9,5 %) ou par l'amorçage B décrit antérieurement.

Des berlines freinées et chargées soit de havrits, soit de charbon tout-venant étaient disposées à des distances diverses du front.

Lorsqu'il n'y avait pas de berline, la flamme s'arrêtait à 125 m, quels que fussent les taux d'incombustibles et le mode d'amorçage.

Le tableau XL donne les résultats d'essais effectués avec l'amorçage au gaz et 59 % d'incombustibles

TABLEAU XL.

N° de l'essai	Disposition des berlines	Extension de la flamme en m
2330	pas de berline	125
2331	3 berlines de havrit à 30,5 m du front	209
2349	3 berlines de havrit à 61 m du front	171
2332	3 berlines de havrit à 91 m du front	315
2333	1 berline de havrit à 91 m du front	140
2334	5 berlines de havrit à 91 m du front	247
2346	3 berlines de havrit à 91 m du front	102
2339	3 berlines de charbon tout-venant à 91 m du front	102
2344	3 berlines de havrit avec sacs de calcaire à 91 m du front	102
2335	3 berlines de havrit consolidé par un mélange ciment-sable à 91 m du front	102
2348	3 berlines de havrit surmontées de onze planches chargées de calcaire broyé (100 kg) à 91 m du front	117

faut en plus neutraliser par du stérile sec les poussières charbonneuses de la sole (65 % au moins d'incombustibles).

Les auteurs insistent sur le fait qu'il ne faut ménager aucun effort qui tende à réduire la production et l'accumulation de poussières fines.

Pour l'essai 2346, les berlines étaient chargées à plein bord. Bien que 190 kg de havrits fussent emportés par l'explosion, la flamme fut de 103 m, donc de 23 m plus courte que celle donnée par l'essai sans berline.

Vu l'action érosive importante produite par la chasse d'air, on ne peut affirmer que des berlines

chargées de charbon fin n'augmenteraient pas la violence de l'explosion.

Lors de l'essai 2339 avec des berlines de tout-venant, 270 kg de charbon ont été emportés sans qu'il y ait accroissement de la longueur de la flamme (102 m).

Ce résultat doit être attribué à la grosseur du grain.

On pourrait donc suggérer que les berlines ou shuttle-cars chargés de havrits et séjournant un certain temps dans les galeries soient couverts d'une couche de gros charbon.

Les essais 2344, 2335 et 2348 font ressortir l'intérêt de certaines mesures de protection :

- sacs de calcaire éventrés placés sur les berlines,
- havrits consolidés par un mélange ciment-sable,
- arrêt barrage au-dessus des berlines.

## Risques d'explosion des poussières de charbon en fonction de leur répartition dans les poussières stériles

par Dr. Ing. W. CYBULSKI (26)

On caractérise généralement l'inflammabilité d'une poussière de charbon par la quantité minimum de matières incombustibles qu'il faut lui ajouter pour obtenir un mélange homogène incapable de propager une inflammation.

Dans la mine, pour de multiples raisons, la répartition des constituants dans le gisement poussiéreux est rarement uniforme.

Le charbon est déposé d'une manière continue et la poussière stérile périodiquement; il en résulte qu'on a généralement affaire à des couches superposées de poussières et non à des mélanges.

La composition du nuage soulevé devant la flamme d'une explosion ne correspond donc pas à la composition moyenne du dépôt de poussières; l'inflammabilité du premier est donc totalement différente de l'inflammabilité du second.

Certains expérimentateurs ont déjà mis en évidence cette distinction.

Citons seulement Jones et Tideswell qui, dans le cas de charbon recouvrant en couche mince le stérile, ont encore obtenu une explosion se propageant sur toute la longueur de la galerie de 100 m de Buxton malgré un taux moyen de 90 % d'incombustibles.

Des expériences analogues ont été exécutées par le Bureau of Mines (Etats-Unis) et par la station de Derne (Allemagne).

Dans les trois cas, le développement de la flamme est resté inférieur à 125 m.

### Conclusions.

Dans leurs conclusions, les auteurs disent que ce n'est pas la turbulence provoquée par l'étranglement de la section qui favorise l'extension de la flamme, mais bien l'érosion des havrits ou du charbon par la chasse d'air; celle-ci emporte des fines particules qui prolongent la flamme.

Il n'y a pas de corrélation nette entre le développement de la flamme et le poids de matière enlevé des berlines.

L'érosion maximum se produit généralement quand les berlines se trouvent tout près du front.

Finalement, les auteurs préconisent les mesures de protection qu'ils ont expérimentées : couverture de gros charbon, arrêt barrage, sacs éventrés de stériles sur les berlines, consolidation au ciment.

### Recherches de l'auteur.

W. Cybulski a étudié l'influence de la répartition du charbon et du stérile dans deux cas extrêmes : séparation nette et superposition de deux constituants.

Le charbon provenant de la couche Barbara à 41,2 % de matières volatiles (sur charbon pur) était amené par broyage sous trois finesses caractérisées par le pourcentage de particules plus petites que 75 microns :

*plus petit que 75 microns*

poussières moyennes	25 %
» fines	85 %
» très fines	100 %

Les substances stériles étaient :

du calcaire	67 % plus petit que 75 microns
du schiste	48 % idem
	3,9 % de matières combustibles.

(Ces deux substances présentent la même aptitude en ce qui concerne l'arrêt d'une explosion).

Les essais ont été effectués dans une galerie souterraine, rectiligne sur 200 m de longueur.

On a utilisé plusieurs modes d'amorçage :

*Amorçage 4 m P II* — La galerie renferme un gisement de 4 m de longueur de poussières fines pures à raison de 500 g/m<sup>3</sup>, qui est allumé par 750 g de poudre noire tirée au mortier.

(26) Communication n° 59 de la mine expérimentale Barbara à Mikolow (Pologne).

*Amorçage 15 m P II* — Il est identique au précédent sauf que le gisement poussiéreux a 15 m de longueur.

*Amorçage 30 m P II* — Identique aux deux précédents sauf que le gisement poussiéreux a 30 m de longueur.

*Amorçage 50 m<sup>3</sup>* — A front de la galerie, il y a 50 m<sup>3</sup> d'un mélange grisouteux à 9,5 % de méthane. Ce mélange est allumé par 750 g de poudre noire tirée au mortier. Parfois l'allumage est produit par un détonateur explosant près de la feuille de papier qui limite, avec le front, la chambre à gaz.

A la suite de la zone d'amorçage se trouvait la zone empoussiérée, celle-ci s'étendant sur 150 m lorsque l'amorçage était violent (30 m P II par exemple), ou sur une longueur moindre lorsque l'amorçage était moins violent (4 m P II).

Les poussières étaient déposées :

- a) sur des étagères longitudinales en acier de 16 cm de largeur, attachées aux parois (deux de chaque côté);
- b) sur des rallonges transversales en acier de 16 cm de largeur et distantes de 1,50 m;
- c) sur la sole de la galerie.

Pour la neutralisation, on jetait la poussière stérile à la main ou on la projetait à l'air comprimé sur les parois, sur le toit et sur le soutènement, de sorte qu'une quantité importante de poussières restait attachée aux épontes et au soutènement, le reste tombant sur la sole.

### Résultats.

Pour chaque essai, on a, à l'aide de détonateurs spéciaux, mesuré le développement et la vitesse de la flamme et parfois aussi la pression d'explosion et la durée de la flamme.

L'auteur a groupé ses constatations en seize tableaux. Le développement de la flamme y est noté comme suit :

- N : la flamme s'arrête dans la zone empoussiérée.  
 P : la flamme se développe sur une longueur double au moins de celle de la zone empoussiérée.  
 p : la flamme dépasse la zone empoussiérée mais n'atteint pas le développement caractérisant la propagation P.  
 pN : la longueur de la flamme est égale à celle de la zone empoussiérée.

Des tableaux de l'auteur, nous n'avons retenu que les essais limites, c'est-à-dire ceux dont les résultats encadrent le taux de neutralisation de sécurité S, celui pour lequel il n'y a pas propagation (cas N).

Ce taux est donc le pourcentage moyen de matières incombustibles (cendres et eau) dans le gisement total charbon et stérile.

Dans les tableaux, nous avons indiqué aussi le taux de neutralisation de sécurité Sm établi par des essais d'explosion sur des mélanges homogènes de charbon et de stérile.

### *Poussières de charbon séparées des poussières stériles.*

C'est le cas le plus dangereux car le nuage de charbon et le nuage de stérile se forment individuellement sans se mélanger.

Les résultats sont reportés au tableau XLI.

Quand le charbon fin est sur la sole et le stérile sur les étagères et les rallonges (essais I<sub>1</sub>), il faut plus de 85 % de stérile pour arrêter l'explosion, alors que 80 % suffiraient si les deux poussières formaient un mélange homogène.

Il faut en conclure que même lorsqu'il y a sept fois plus de stérile que de charbon, la poussière ininflammable ne diffuse pas dans toute la section de la galerie.

Les résultats ne sont pas meilleurs lorsqu'on rapproche l'un de l'autre les deux constituants : (Expériences des groupes I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> et II<sub>1</sub>)

- charbon sur les étagères (ou sur les rallonges);
- stérile sur les rallonges (ou sur les étagères).

Dans le cas de l'expérience 2525, bien que la quantité de charbon ne fut que 0,125 kg/m<sup>3</sup>, on a enregistré une vitesse de flamme atteignant 860 m/sec.

### *Poussières charbonneuses et poussières stériles superposées.*

Les expériences sont reportées aux tableaux XLII (poussières fines) et XLIII (poussières moyennes).

Lorsque le stérile se trouve sur le charbon, S est généralement inférieur à Sm. Le groupe VI<sub>2</sub> du tableau XLII fait cependant exception (S = 85, Sm = 80); l'auteur pense que dans ce cas le souffle a soulevé un mélange renfermant peu de matières stériles.

Pour les essais « charbon sur stérile » du tableau XLII, on a utilisé des quantités assez faibles de charbon; pour supprimer la propagation, il faut malgré cela plus de 90 % d'incombustibles.

Les essais du tableau XLIII montrent encore une fois l'influence de l'ordre de superposition des poussières.

On remarquera qu'avec les poussières moyennes, il faut des taux de neutralisation inférieurs à ceux exigés par les poussières fines.

TABLEAU XLI.

*Poussières de charbon séparées des poussières stériles*

N° de l'essai	Charbon kg/m <sup>3</sup>	Stérile kg/m <sup>3</sup>	Teneur en incombustibles %	Résultats	S %	Sm %
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> - Poussières charbonneuses fines</i>						
I <sub>1</sub> Charbon sur la sole - Schiste sur les étagères et les rallonges						
2131	0,50	3,70	85	N	≥ 85	80
2116	0,50	3,565	85	P		
I <sub>2</sub> Charbon sur les étagères - Schiste sur les rallonges						
2525	0,125	0,885	85	P	90	80
2526	0,125	1,828	90	N		
I <sub>3</sub> Charbon sur les rallonges - Calcaire sur les étagères						
2443	0,080	1,300	95	P	> 95	80
I <sub>4</sub> Charbon sur les rallonges - Schiste sur charbon sur la sole						
2583	0,25	3,128	90	P	> 90	80
<i>Amorçage 30 m P II - Poussières charbonneuses fines</i>						
II <sub>1</sub> Charbon sur les étagères - Schiste sur les rallonges						
2457	0,075	0,576	90	P	> 90	87,5
II <sub>2</sub> Charbon sur les rallonges - Schiste sur la sole						
2444	0,10	1,624	95	P	> 95	87,5
II <sub>3</sub> Charbon sur les rallonges - Schiste sur la sole						
2585	0,050	1,695	97,5	P	97,5	87,5
2586	0,050	1,695	97,5	N		
II <sub>4</sub> Charbon sur les rallonges - Schiste sur les étagères et sur la sole						
2596	0,050	0,392	90	p	> 90	87,5
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> - Poussières charbonneuses très fines</i>						
III <sub>1</sub> Charbon sur la sole - Schiste sur les rallonges et sur les étagères						
2843	0,40	2,935	90	P	> 90	87,5
III <sub>2</sub> Charbon sur les rallonges - Schiste sur les étagères et sur la sole						
2813	0,10	1,594	95	P	> 95	87,5
III <sub>3</sub> Charbon sur les étagères - Schiste sur la sole						
2819	0,15	1,100	90	P	≥ 95	87,5
2815	0,10	1,595	95	p		
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> - Poussières moyennes</i>						
IV <sub>1</sub> Charbon sur la sole - Schiste sur les rallonges et sur les étagères						
1255	1,00	2,320	70	P	≥ 70	72,5
IV <sub>2</sub> Charbon sur les étagères - Schiste sur les rallonges						
2530	0,150	0,457	75	P	80	72,5
2529	0,150	0,656	80	N		
IV <sub>3</sub> Charbon sur les rallonges - Schiste sur charbon sur la sole						
3342	0,20	0,949	85	P	> 85	72,5

TABLEAU XLII.

Poussières superposées sur le mur - Poussières charbonneuses fines

N° de l'essai	Charbon kg/m <sup>3</sup>	Stérile kg/m <sup>3</sup>	Teneur en incombustibles % (eau comprise)	Résultats	S %	Sm %
<i>Amorçage 15 m P II</i>						
VI <sub>1</sub> Schiste sur charbon						
1042	1,00	2,906	75	P	77,5	80
1000	1,00	3,184	77,5	P		
1005	1,00	3,150	77,5	N		
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> 9 %</i>						
VI <sub>2</sub> Calcaire sur charbon						
2199	0,50	1,94	82,5	P	85	80
2182	0,50	2,35	85	N		
2183	0,50	2,33	85	N		
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> 9,5 % - Allumage par poudre noire, 750 g</i>						
VI <sub>3</sub> Charbon sur schiste						
2828	0,20	2,181	90	P	≥ 90	80
2830	0,20	2,181	90	P		
2831	0,20	2,181	90	N		
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> 9,5 % - Allumage par détonateur près de la feuille de papier</i>						
VI <sub>4</sub> Charbon sur schiste						
2835	0,20	2,181	90	N		80
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> 9,5 % - Allumage par détonateur au fond de la galerie</i>						
VI <sub>5</sub> Charbon sur schiste						
2840	0,15	1,748	90	P	> 90	80
2839	0,10	1,666	90	N		

*Neutralisation à la main.*

Le but des essais était d'étudier l'efficacité de la neutralisation à la main dans diverses conditions de distribution de la poussière de charbon.

Presque tous les essais ont été réalisés avec des amorçages violents.

On a commencé par mettre les poussières charbonneuses sur les rallonges (groupes IX<sub>1</sub> et IX<sub>2</sub> du tableau XLIV).

Il faut alors 85 % d'incombustibles pour empêcher la propagation.

Lorsque les poussières sont déposées à la fois sur les rallonges et sur la sole, il faut, si l'amorçage est violent (amorçage 30 m P II), un taux de neutralisation S de 82,5 % (inférieur cependant à celui du mélange homogène Sm = 87,5).

Pour les essais du groupe IX<sub>6</sub>, on a d'abord projeté le charbon puis les poussières stériles.

On a trouvé alors que 80 % d'incombustibles suffisaient pour arrêter la propagation.

On a fait aussi des essais avec des poussières moyennes; celles-ci étaient déposées en quantités considérables sur les rallonges, sur les étagères et sur la sole.

En général, la schistification à la main empêchait très efficacement la propagation de l'explosion.

Le taux de neutralisation S n'a pas été déterminé exactement; dans tous les cas, il était certainement inférieur à 72,5 %.

*Neutralisation à l'air comprimé.*

On a fait des essais de propagation en utilisant comme amorçage 50 m<sup>3</sup> de mélange grisouteux à 9,5 % de méthane.

Avec des poussières fines sur les rallonges, on a encore observé des propagations alors que la teneur

TABLEAU XLIII.  
Poussières superposées sur le mur - Poussières charbonneuses moyennes

N° de l'essai	Charbon kg/m <sup>3</sup>	Stérile kg/m <sup>3</sup>	Teneur en incombustibles %	Résultats	S %	S <sub>m</sub> %
<i>Amorçage 15 m P II</i>						
VII <sub>1</sub>	Schiste sur charbon					
983	1,50	1,56	57,5	P	57,5	70
995	1,50	1,57	57,5	N		
<i>Amorçage 30 m P II</i>						
VII <sub>2</sub>	Schiste sur charbon					
2176	1,00	2,29	70	N	70	70
2177	1,00	2,29	70	N		
VII <sub>3</sub>	Charbon sur schiste					
3340	0,728	2,773	80	P	> 90	75
3341	0,50	3,81	90	P		
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> 9,5 %</i>						
VII <sub>4</sub>	Schiste sur charbon					
2196	1,00	1,05	55	pN	55	70
2197	1,00	1,05	55	N		
2198	1,00	1,05	55	N		

moyenne en matières incombustibles dans la galerie atteignait 90 %.

Lorsque les poussières (fines) étaient déposées sur les rallonges et sur la sole, 85 % de matières incombustibles ne suffisaient pas pour empêcher la propagation.

On a obtenu de meilleurs résultats avec les poussières moyennes; le taux de neutralisation a été alors de 72 %.

L'auteur estime que la neutralisation à la main est plus efficace que la neutralisation à l'air comprimé.

Cette supériorité est due, selon lui, à ce que la matière stérile projetée à la main forme des accumulations irrégulières plus aisément dispersibles par le souffle de l'explosion que la couche d'épaisseur uniforme produite par la projection à l'air comprimé.

*Couche de charbon sur une couche de stérile.*

On a projeté à l'air comprimé et sur le pourtour de la galerie une couche de stérile puis une couche de charbon et on a amorcé l'explosion par 50 m<sup>3</sup> de mélange grisouteux.

Pour empêcher la propagation, on a dû porter le taux de matières incombustibles à

95 % pour les poussières fines,

75 % pour les poussières moyennes.

(En mélange homogène, il aurait fallu les taux d'incombustibles

S<sub>m</sub> = 80 poussières fines,

S<sub>m</sub> = 72,5 poussières moyennes).

**Conclusions.**

- 1) Le nuage formé au toit par les poussières fines accumulées dans les parties supérieures de la galerie est très dangereux et il est très difficile de le neutraliser.  
Le stérile qui se trouve sur les rallonges ne réagit pas efficacement contre les propagations produites par les poussières de charbon des parois.  
On arrive encore à avoir des explosions avec 75 g de poussières de charbon au m<sup>3</sup> déposées sur les parois malgré la présence de sept fois plus de stérile déposé sur les rallonges.
- 2) Le danger est moins grand avec les poussières moyennes (ce sont les plus courantes dans la mine), mais il est encore notable, même si on respecte le taux de neutralisation imposé par le règlement (80 %).
- 3) La neutralisation à l'air comprimé est moins efficace que la neutralisation à la main, même lorsqu'il s'agit de poussières moyennes.
- 4) Quand les poussières charbonneuses fines couvrent le stérile (sur tout le pourtour de la galerie), le danger de propagation est grand, même avec les amorçages violents.
- 5) De ces essais, l'auteur tire les conclusions pratiques suivantes :  
Il faut s'efforcer d'enlever la poussière combustible accumulée dans les parties hautes de la galerie.  
Si cela est possible, il faut utiliser d'autres moyens de protection que la neutralisation.

TABLEAU XLIV  
Poussières charbonneuses fines  
Neutralisation à la main de toute la section de la galerie

N° de l'essai	Charbon kg/m <sup>3</sup>	Stérile kg/m <sup>3</sup>	Teneur en incombustibles %	Résultats	S %	Sm %
<i>Amorçage 4 m P II</i>						
IX <sub>1</sub>	Charbon sur les rallonges					
2606	0,15	0,737	85	P	≥ 85	75
3343	0,15	0,674	85	N		
2607	0,15	1,177	90	p		
<i>Amorçage 50 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> 9,5 %</i>						
IX <sub>2</sub>	Charbon sur les rallonges					
2559	0,4	1,953	85	p	85	80
2560	0,4	1,953	85	N		
IX <sub>3</sub>	Charbon sur les rallonges et sur la sole					
2553	0,75	2,513	80	p	80	80
2554	0,75	2,513	80	N		
2555	0,75	2,513	80	N		
IX <sub>5</sub>	Charbon sur les rallonges, les étagères et la sole					
2556	0,75	2,513	80	N	≤ 80	80
2557	1,00	3,425	80	N		
IX <sub>6</sub>	Charbon projeté à la main dans toute la section de la galerie					
2567	0,40	1,409	80	N	≤ 80	80
2572	0,30	1,045	80	N		
<i>Amorçage 30 m P II</i>						
IX <sub>4</sub>	Charbon sur les rallonges et sur la sole					
2588	0,75	3,826	82,5	P	82,5	87,5
2589	0,75	3,826	82,5	N		
2590	0,75	3,826	82,5	N		

## Le risque d'explosion des poussières de charbon en fonction notamment de leur composition pétrographique

par Dr. Ing. H. HANEL (27)

### Introduction.

Les investigations de l'auteur ont porté sur des charbons renfermant de 32 à 40 % de matières volatiles (sur charbon pur). Ses essais ont été réalisés dans une galerie de 25 m de longueur, de section elliptique de 2 m<sup>2</sup> (hauteur 1,82 m, largeur 1,32 m), la source d'inflammation étant une charge de 500 g de Donarit n° 1 (explosif brisant), tirée sans bourrage dans un mortier court en position horizontale.

L'auteur a pris comme critères d'inflammabilité :

- 1) la limite inférieure d'inflammabilité, c'est-à-dire la quantité minimum de poussières en

grammes dans un m<sup>3</sup> d'air pour qu'une inflammation puisse se propager.

- 2) Les teneurs critiques en stérile, c'est-à-dire les quantités minimums de poussières stériles qu'il faut ajouter à la poussière de charbon pour rendre le mélange ininflammable (teneur critique d'inflammation) ou impropre à propager une inflammation (teneur critique de propagation).

Ces caractéristiques sont influencées par la finesse des poussières, par l'humidité, par la quantité de poussières, par la composition pétrographique.

Pour le charbon B, la finesse augmentant sans cesse, la limite inférieure d'inflammabilité s'abaisse (166-38) puis augmente (56).

(27) Communication n° 46 de la galerie expérimentale de Freiberg (Saxe).

TABLEAU XLV  
Influence de la finesse

Pourcentage de poussières passant le tamis de 0,06 mm	Limite inférieure d'inflammabilité g/m <sup>3</sup>	Teneur critique (en stérile)	
		d'inflammation %	de propagation %
Charbon A à 37 % de matières volatiles 11,5 % de cendres - 75 % d'humidité			
32	257	43	25
65	60	63	41
91	44	65	54
Charbon B à 38 % de matières volatiles 5 % de cendres - 10 % d'humidité			
21	166		
47	67		
73	47		
95	38		
100	56		

On peut expliquer cette variation d'allure par le fait que les poussières très fines ont tendance à s'agglomérer.

*Influence de l'humidité.*

Le tableau XXXIX montre que l'humidité joue un rôle plus efficace que les poussières stériles.

TABLEAU XLVI.

Charbon B - 250 g de charbon au m<sup>3</sup>

Pourcentage de poussières passant le tamis de 0,06 mm	Teneur critique de propagation	
	poussières stériles %	eau %
21	19	16
47	47	20
73	50	23
95	57	27

*Influence de la quantité de poussières de charbon au m<sup>3</sup>.*

Cette influence ressort du tableau XLVII.

TABLEAU XLVII.

Charbon A - 65 % passant le tamis de 0,06 mm

Poussières de charbon en g/m <sup>3</sup>	Teneur critique d'inflammation %
150	70
300	63
500	58

La teneur critique croît moins vite que la quantité de poussières de charbon. Cela provient de ce que, à partir d'une certaine quantité de poussières, il n'y a plus assez d'oxygène pour assurer la combustion complète.

*Influence de la composition pétrographique.*

Pour les déterminations rapportées ci-avant, on a utilisé des poussières obtenues artificiellement par broyage de morceaux de charbon.

On a constaté que, dans certains cas, elles étaient plus inflammables que les poussières produites naturellement par l'exploitation.

TABLEAU XLVIII.

Veine C.

	Poussières	
	artificielles	naturelles
Humidité en %	6,4	2,8
Pourcentage de poussières passant le tamis de 0,06 mm	96,9	99,1
Vitrain %	100	20
Durain %	traces	0
Fusain %	traces	80
Limite d'inflammation	147	non inflammable

Selon l'auteur, cette différence peut s'expliquer par le fait que les poussières provenant du broyage n'ont pas la même composition pétrographique que les poussières déposées.

On peut s'en rendre compte par le tableau XLVIII relatif à la poussière de la veine C.

Le vitrain a une affinité marquée pour l'oxygène; les charbons riches en vitrain sont donc aptes à donner des coups de poussières.

Le fusain, par contre, renferme moins de 20 % de matières volatiles et son point d'inflammation est de l'ordre de 800°, c'est-à-dire plutôt supérieur à celui des poussières courantes (700 à 800°).

La grande inflammabilité des poussières artificielles de la veine C s'explique donc par leur haute teneur en vitrain et leur faible teneur en fusain.

#### *Influence de la présence de méthane.*

On a isolé une longueur de 5 m de la galerie par une feuille de papier et dans la chambre de 10 m<sup>3</sup> ainsi réalisée, on a introduit un mélange grisouteux.

La limite d'inflammabilité des poussières s'abaisse lorsqu'on augmente la teneur en méthane du mélange (voir tableau XLIX).

Du fait de la présence de méthane, des poussières peuvent devenir explosives.

Avec du charbon à 75 % de fusain qui ne donnait pas de coups de poussières dans l'air pur, on a obtenu l'explosion lorsqu'on eut introduit dans la galerie 1 % de méthane.

TABLEAU XLIX.  
Limite inférieure d'inflammabilité en %

Pourcentage de poussières passant le tamis de 0,06 mm	Teneur en méthane		
	0	2 %	4 %
32	227	225	76
65	60	53	25
91	44	40	20

## Inflammabilité des dépôts poussiéreux dans les voies à courroies transporteuses

par Dr. Ing. CYBULSKI (28)

Dans l'introduction, l'auteur souligne qu'il est impossible de neutraliser les voies à courroies transporteuses au taux indiqué par le règlement. (Le transport d'une tonne de charbon peut produire sur une centaine de mètres un dépôt de 450 g de poussières).

Il s'est donc proposé d'examiner dans quelle mesure la présence d'une bande longitudinale de charbon pur dans une galerie contribue à l'aggravation d'une explosion.

Les essais ont été effectués dans une section rectiligne de 200 m de longueur d'une galerie souterraine de 5 m<sup>2</sup> environ de section.

On a pris le charbon de la couche Barbara (41,1 % de matières volatiles, 9,3 % de cendres, 5,8 % d'humidité), sous trois degrés de finesse caractérisés par les pourcentages traversant les mailles de 75 microns, soit :

poussières moyennes	25 %
poussières fines I	50 %
poussières fines II	85 %

La matière stérile était ou du schiste broyé (3,2 % de matière combustible) ou du calcaire broyé.

Leur finesse était telle que 49,1 % (schiste) et 63 % (calcaire) traversaient les mailles de 75 microns.

On a utilisé les amorçages 30 m T II et 50 m<sup>3</sup>, décrits à la communication 39 du même expérimentateur (Voir analyse ci-avant).

Les poussières étaient déposées dans la galerie de façons diverses à partir de la zone d'amorçage. Chaque fois il y avait sur la sole :

- 1) une bande longitudinale de charbon pur, soit au centre de la galerie, soit le long d'une des parois;
- 2) une ou plusieurs bandes longitudinales de stérile avec plus ou moins de charbon.

Pour certains essais, il y avait en plus du stérile avec ou sans charbon sur les cadres de soutènement et sur des planches attachées aux parois.

Le développement de la flamme servait de critère d'inflammabilité.

Nous résumons ci-après les constatations de l'auteur :

(28) Communication n° 48 de la mine expérimentale « Barbara » Mikolow (Pologne).

- 1) Une bande de charbon pur sur le mur de la galerie peut être une cause grave de propagation malgré une schistification correcte de la voie.
- 2) La propagation de l'explosion est particulièrement facile lorsque la bande de charbon est près de la paroi.
- 3) L'aptitude à propager l'explosion augmente avec la finesse des poussières. Les poussières fines II propagent l'explosion, même quand la teneur moyenne en matières incombustibles est supérieure à la teneur Sm d'un mélange homogène inapte à la propagation.
- 4) Il peut en être de même avec les poussières moyennes lorsque l'explosion est allumée par un amorçage violent. Avec un amorçage peu violent, la bande de poussières moyennes ne propage plus, si la bande de stérile + charbon parallèle est correctement neutralisée.
- 5) Les dépôts poussiéreux correctement schistifiés au toit et sur les parois n'empêchent pas l'explosion lorsque la bande stérile du mur ne neutralise pas elle-même la bande de charbon.

## Etat actuel de l'emploi de sels pour la fixation des poussières en Allemagne

par H. SCHULTZE ROHNHOF (29)

### Introduction.

L'auteur estime que la neutralisation ne constitue pas un moyen efficace de protection contre les coups de poussières.

Pour cette raison, il a entrepris, il y a plusieurs années déjà, l'étude des procédés de fixation à la croûte de sel et à la pâte de chlorure calcique.

### Utilisation dans les mines allemandes.

Dans la Ruhr, des galeries sont traitées entièrement (sole, parois et couronne), soit à la croûte de sel (41 km), soit à la pâte de chlorure calcique (15 km).

Parfois aussi ces procédés sont utilisés pour la seule fixation des poussières de la sole (100 km à la croûte de sel, 15 km à la pâte calcique); la couronne et les parois sont alors neutralisées par des poussières stériles.

Enfin, autre variante, les parois et la couronne sont traitées à la croûte de sel et la sole au chlorure calcique en flocons avec 2 % de produit mouillant.

On obtient ainsi une sole élastique et non glissante.

### Mode opératoire.

On utilise une gunitouse pour le procédé à la croûte de sel et un appareil portatif de projection à air comprimé pour le procédé à la pâte de chlorure calcique.

En général, une galerie fraîchement traitée à la pâte reçoit, après quelques semaines, une nouvelle application. Deux à trois mois plus tard, on régé-

nère le dépôt par une lessive de chlorure calcique contenant un produit mouillant.

Cette lessive est absorbée par les poussières déjà fixées; la surface est prête alors à capter de nouvelles poussières.

Après trois régénérations, il faut généralement recommencer l'empâtage.

### Recherches sur le procédé au sel.

On a réalisé un tunnel de 30 m de développement et 0,5 m de diamètre dans lequel un ventilateur fait circuler un courant d'air dont on peut faire varier :

- la vitesse (1 à 20 m/sec);
- la température (10 à 40° C);
- le degré hygrométrique (insufflation de vapeur d'eau);
- la teneur en poussières.

Dans un tronçon rectiligne (6 m) de ce tunnel, on introduit des maquettes de galerie « traitées » au sel.

La formation de la croûte dépend du degré hygrométrique (H); elle est :

- nulle pour  $H = 75 \%$ ,
- lente pour  $H = 70 \%$ ,
- dix fois plus rapide pour  $H = 60 \%$ .

Suivant la quantité de poussières déposées, il faut arroser tous les deux ou trois jours sinon les gouttelettes d'eau ne peuvent plus pénétrer, les poussières conservent une certaine dispersibilité et la croûte ne se forme plus.

L'arrosage nécessite 0,2 l/m<sup>2</sup> pour les parois et la couronne et 0,4 l/m<sup>2</sup> pour la sole.

(29) Communication n° 40 de la Station de Deme-Dortmund (Allemagne).

Après l'arrosage, 70 g de poussières environ peuvent être captées par m<sup>2</sup> de surface de la galerie.

*Recherches sur le procédé à la pâte calcique.*

On a fait un essai identique sur un modèle de galerie traitée au chlorure calcique.

En deux semaines, on a introduit au total dans le tunnel 25 kg de poussières charbonneuses.

Il s'en est déposé sur la sole :

4 kg/m<sup>2</sup> à 2 m du point d'introduction,  
0,97 kg/m<sup>2</sup> à 3,5 m du point d'introduction,  
0,67 kg/m<sup>2</sup> à 5,0 m du point d'introduction.

Les poussières sont donc fixées très rapidement. Ces essais sont encore en cours.

*Fixation des poussières ultra-fines.*

On vient de commencer des essais pour déterminer dans quelle mesure la pâte au chlorure calcique capte les très fines poussières.

A l'entrée d'une galerie souterraine ventilée et traitée à la pâte calcique, on met en suspension de très fines poussières ; on mesure l'empoussiérage de l'air à l'entrée et à la sortie.

Ces essais ne sont pas terminés.

(à suivre)

# Journées de la combustion des combustibles solides et pulvérisés

PARIS, 4-7 décembre 1957

## Voorwoord.

Het « Institut français des Combustibles et de l'Energie » organiseerde internationale studiedagen gewijd aan de verbranding van vaste en verpulverde brandstoffen.

Het Beschermtcomité bestond uit talrijke franse en buitenlandse personaliteiten. Het Inrichtend Comité werd voorgezeten door Professor Marcel VERON.

De mededelingen waren gegroepeerd onder de volgende rubrieken :

- I. — Kolenverwerking.
- II. — Karakteristieken van de kolen in verband met de verbranding.
- III. — Het verbrandingsmechanisme van vaste en verpulverde brandstoffen.
- IV. — De verbruikstoestellen.
- V. — Controle, leiding, proeven, corrosie.

Talrijke belgische afgevaardigden volgden de werkzaamheden. Wij noteerden de aanwezigheid van de HH. Bédoué, Berger, Burnay, Danze, Decelle, Delsemme, Delvaux, Ghion, Godfroid, Longly, Lorneau, Nottet, Ponomarenko, Renard, Stepotieff, Venter, Vercruysse, Wilwertz.

Verscheidene onder hen kwamen nadien te Brussel bijeen en besloten een gemeenschappelijk bondig verslag van de studiedagen op te maken. Ieder van hen gelastte zich met het samenvatten en eventueel commenteren van de mededelingen die hen in het bijzonder aanbelangden.

Aan dit redactiecomité hebben hun medewerking verleend

de HH. G. BURNAY,	Professor aan de Rijksuniversiteit Luik.
J. DANZE,	Professor aan de Rijksuniversiteit Luik.
L. DELVAUX,	Werkleider aan de Rijksuniversiteit Luik.
J. GODFROID,	Directeur van de afdeling Productie van de Société de Gaz et d'Electricité Hainaut-Liège.
J. LORNEAU,	Directeur Generaal van de N.V. « Stein et Roubaix ».
L. NOTTET,	Hoofdingenieur bij de U.C.E. Linalux.
J. PONOMARENKO,	Directeur van de bovengrondse werken van de Steenkolenmijn Zwartberg.
J. RENARD,	Dienstoverste Cedocos.
C. WILWERTZ,	Hoofdingenieur bij de Belgische Intercommunale Maatschappij voor Electriciteitsvoorziening.

Wij geven hierna verslagen. De volledige teksten, samen met de besprekingen, zullen door de organisatoren in oktober gepubliceerd worden.

## Avant-Propos.

L'Institut français des Combustibles et de l'Energie a organisé des Journées internationales relatives à la combustion des combustibles solides et pulvérisés. Les séances techniques ont eu lieu à la salle de la Fédération Nationale du Bâtiment, 7, rue de la Pérouse, à Paris du 4 au 7 décembre 1957.

Le Comité de Patronage comportait de nombreuses personnalités françaises et étrangères. Le Comité d'Organisation était présidé par Mr le Professeur Marcel VERON.

Les communications étaient classées dans différents chapitres intitulés :

- I. — La préparation des charbons.
- II. — Caractéristiques des charbons concernant la combustion.
- III. — Le mécanisme de la combustion des charbons solides et pulvérisés.
- IV. — Les matériels d'utilisation.
- V. — Contrôle, conduite, essais, corrosion.

De nombreux délégués belges ont suivi les travaux. Nous avons noté la présence de MM. Béduvé, Berger, Burnay, Danze, Decelle, Delsemme, Delvaux, Ghion, Godfroid, Longly, Lorneau, Nottet, Ponomarenko, Renard, Stepotieff, Venter, Vercruysse, Wilwertz.

Plusieurs se sont ensuite réunis à Bruxelles et ont décidé d'établir en commun un bref compte rendu des Journées. Chacun s'est chargé de résumer et éventuellement de commenter les communications qui l'ont particulièrement intéressé. Ont participé à ce Comité de Rédaction :

MM. G. BURNAY,	Professeur à l'Université de Liège.
J. DANZE,	Professeur à l'Université de Liège.
L. DELVAUX,	Chef de Travaux à l'Université de Liège.
J. GODFROID,	Directeur du Département Production, Société de Gaz et d'Electricité Hainaut-Liège.
J. LORNEAU,	Directeur Général de la S.A. Stein et Roubaix.
L. NOTTET,	Ingénieur en Chef à l'U.C.E., Linalux.
J. PONOMARENKO,	Directeur des travaux de surface aux Charbonnages de et à Zwartberg.
J. RENARD,	Chef de Service, Cedocos.
C. WILWERTZ,	Ingénieur en Chef à la Société Intercommunale Belge d'Electricité.

Nous donnons ci-après les textes établis. L'indice est rappelé à côté du titre du rapport. Les textes complets avec discussion seront publiés en octobre par les organisateurs.

## LE LAVAGE ET LA PREPARATION DES CHARBONS (1.01) (1)

R.A. Huchet

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.  
(Houillères du Bassin du Nord et du Pas de Calais).

Le rapporteur rappelle que la préparation du charbon a été rendue nécessaire en raison de la dégradation progressive de la qualité du brut extrait de la mine et des exigences toujours accrues de la clientèle à la recherche du meilleur rendement des appareils de chauffe et d'un confort sans cesse amélioré.

Il passe en revue les différentes phases de la préparation : calibrage, séchage et lavage et signale l'intérêt, du point de vue commercial, de la sélection des couches, des mélanges et du concassage après préparation.

### 1. Calibrage et dépoussiérage.

a) Avant lavage, pour n'introduire dans les appareils de traitement que des éléments aux dimensions acceptables par le procédé mis en œuvre.

b) Après lavage, pour offrir à la clientèle un classé, sans fines particules, apte à réaliser le rendement optimum dans les appareils de chauffage.

A ce point de vue les services techniques des charbonnages admettent que les pourcentages de déclassés dans les charbons à la sortie du dernier crible de reclassement ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes :

Désignation	Calibres	Déclassés inférieurs %	Hors calibre supérieur %
Fines	0 - 6	—	5
Grains	6 - 10	8	4
Braïsettes	10 - 20	6	3
Noisettes	20 - 30	4	2
Noix	30 - 50	3	2
Gaïlletins	50 - 80	2	3

### 2. Séchage.

En réalité il s'agit plutôt du procédé consistant, notamment pour les fines de moins de 6 mm, à égoutter et essorer les charbons pour en réduire

(1) Résumé établi par L. Nottet.

l'humidité superficielle aux teneurs exigées par les techniques d'utilisation, le séchage thermique étant pratiquement réservé aux schlamms qui jusqu'à présent ne se prêtent pas à un assèchement suffisant par des moyens mécaniques.

3. *Lavage.*

*Notions théoriques.*

La note rappelle succinctement les différentes notions caractéristiques des charbons à laver.

Relations densimétriques : donnant naissance aux courbes de lavabilité bien connues.

Courbe de Partage : éclairant l'exploitant sur la répartition des grains entre le flottant et le plongeant suivant leur densité et donnant naissance aux notions de « densité de partage » ( $d_p$ ) (densité de la tranche du brut qui se sépare moitié dans le plongeant, moitié dans le flottant) et d'« écart de Terra » ou « écart probable » ( $E_p$ ) (différence de densité entre les tranches qui se séparent respectivement à raison de 25 % et de 50 %).

Imperfection : coefficient qui permet de classer les appareils de lavage et qui est lié aux deux notions précédentes par la relation

$$I = \frac{E_p}{d_p - 1}$$

indépendante du charbon traité. L'ordre de grandeur de ce coefficient, pour des appareils correctement réglés, est donné, dans le rapport, par les chiffres ci-dessous :

Flottation : 0,30 à 0,35

Rhéolaveurs : 0,25

Tables pneumatiques : 0,20

Bacs à fines : 0,15 à 0,20

Bacs à grains : 0,10 à 0,15

Bacs à liquides denses : 0,03 à 0,06

Cyclones à fines : environ 0,05.

*Réalisations techniques.*

Indépendamment de la flottation, il y a surtout lieu de retenir les développements considérables pris par les bacs à pistons ou à air comprimé et les bacs à liquide dense dont les principes de fonctionnement sont décrits et dont le réglage doit être conduit de manière à satisfaire à la fois aux exigences de l'usager des charbons lavés et au souci de n'envoyer à terril que des déchets à valeur d'usage nulle.

En l'occurrence, les charbons à usage domestique exigent que la coupure se fasse à une densité telle que la teneur marginale en cendres ne dépasse pas une valeur relativement basse ; les charbons à usage industriel s'accommodent d'une coupure à la densité donnant un flottant de teneur moyenne en cendres déterminé.

Entre des charbons lavés dans ces conditions et des schistes définis par une valeur d'usage nulle, les mixtes constitueront le sous-produit de récupération.

*Sélection-Mélange et Concassage.*

Ces processus, qui n'ont pas de rapport avec le lavage proprement dit, constituent néanmoins des opérations de préparation des combustibles et ne suscitent guère de commentaire.

Le rapporteur conclut que les techniques actuelles sont fort proches de la perfection et qu'en tout état de cause, le souci du prix de revient minimum doit l'emporter sur celui d'affiner les méthodes de lavage au delà des limites déjà très poussées.

**EVOLUTION PROBABLE DES DISPONIBILITES CHARBONNIERES  
PAR CATEGORIES DE COMBUSTIBLES (1.02) (1)**

**J. Moinard**

Ingénieur Civil des Mines.  
(Charbonnages de France).

Les Charbonnages de France, préoccupés de mettre à la disposition des utilisateurs, les charbons les mieux adaptés aux exigences particulières des techniques d'utilisation, étudient l'évolution des qualités et quantités de la production des Houillères Nationales et celle des besoins des usagers.

*Evolution de la production.*

Le plan Monnet a fixé naguère l'objectif de la production annuelle à 62 millions de tonnes. Les

accroissements nécessaires pour réaliser cet objectif doivent être acquis dans tous les bassins avec, comme corollaire, une production accrue de flam-bants secs (Lorraine) et de maigres ou anthracites (les autres bassins). Les programmes des engins de préparation font par ailleurs prévoir une diminution de la production des pulvérulents par suite de l'humidification des travaux du fond, des mixtes par amélioration de la coupure au lavoir et des schlamms par généralisation de la flottation et une augmentation de la production des fines lavées humides. Les grains classés doivent présenter plus de

(1) Résumé établi par L. Nottet.

régularité dans leur granulométrie et leur teneur en cendres.

#### *Evolution de la demande.*

Les secteurs en forte expansion de la sidérurgie et de l'électricité exercent une tension sur le marché des charbons à coke et des fines à vapeur.

Les autres secteurs industriels paraissent en état d'équilibrer en raison de l'appel fait de plus en plus, pour suivre les besoins de l'expansion, aux combustibles liquides et gazeux.

Le secteur domestique, en expansion lui aussi, fait de plus en plus appel aux grains maigres utilisés dans des foyers automatiques ou semi-automatiques.

#### *Recherche de l'équilibre.*

Le rapporteur admet que le secteur électrique ne pourra pas être approvisionné en totalité par les

Houillères Nationales et que se pose pour lui la question du choix des combustibles d'appoint : solides ou liquides.

Les besoins croissants de la cokéfaction pourront être suivis grâce aux possibilités offertes par les techniques de préparation applicables aux charbons lorrains, mais il subsistera, dans ce secteur également, des déficits croissants.

Enfin pour le secteur domestique, le rapporteur qui y consacre des développements plus longs en raison de l'importance du problème en France, signale l'appoint appréciable, apporté par les anthracites artificiels, à l'insuffisance des classés maigres naturels ; les larges possibilités offertes par les flambants secs, moyennant des efforts d'adaptation à réaliser par les constructeurs de matériel, et enfin les problèmes économiques que pose l'utilisation des boulets maigres dont la matière première, les fines lavées, est de plus en plus réclamée par les centrales électriques.

## DESIDERATA DES CONSTRUCTEURS ET DES USAGERS DES MATERIELS (1.03) (1)

**P. Bertrand, Ingénieur des Arts et Manufactures, en collaboration avec MM. Rabet et Mas**

(Syndicat des Constructeurs-Installateurs de matériel thermique).

Préoccupés de mettre à la disposition des consommateurs de charbon domestique du matériel thermique à rendement aussi élevé que possible, les rapporteurs passent en revue les différentes caractéristiques des charbons qui influencent les techniques des engins de chauffage.

Ils attirent l'attention sur :

1. *La granulométrie* qui doit rester dans des limites raisonnables, sous peine d'entraîner des difficultés d'alimentation du foyer, des combustions incomplètes, des pertes dans les cendriers, voire même la pollution de l'atmosphère en cas d'excès de fines poussières.

2. *L'indice de gonflement*, paramètre important qui permet de fixer d'une façon précise la frontière à partir de laquelle les engins de chauffage doivent être spécialement adaptés.

3. *La teneur en matières volatiles*. — Dans le cas d'utilisation de charbon à pouvoir agglutinant appréciable ou fort, la teneur en matières volatiles ne pose guère d'autres problèmes que celui de la fixation des réglages de l'air secondaire, encore qu'une teneur minimum soit requise pour la bonne tenue du feu.

La teneur en matières volatiles doit cependant être connue avec suffisamment de précision, si on

veut utiliser rationnellement les appareils conçus pour brûler des charbons maigres et qui n'ont en général pas de dispositif d'introduction d'air secondaire, indispensable lorsque la teneur dépasse une certaine limite.

4. *La teneur en cendres* qui, ne peut pas, pour des raisons évidentes, monter à des taux prohibitifs, malgré la faculté d'accommodation du matériel actuellement proposé.

5. *Le point de fusibilité des cendres* qui doit rester entre les limites assignées par le mode d'évacuation des cendres : mâchefer isolé du combustible ou cendres pulvérulentes.

6. *L'humidité* qui fait baisser le rendement des engins et accélère leur destruction par oxydation.

En fonction de ces données, qui ont leurs répercussions sur le choix des matériels, leur rendement et sur leur coût d'utilisation, les constructeurs de matériel devraient connaître avec précision, les perspectives du marché des charbons, sous le rapport des qualités, des quantités et des prix.

La fixation de normes précises et durables pour les différentes caractéristiques des charbons mentionnées plus haut et leur respect par les producteurs et le négoce ouvriraient la voie de la rationalisation des matériels en vue d'augmenter leur rendement et d'en faciliter l'emploi.

(1) Résumé établi par L. Nottet.

Les rapporteurs émettent le souhait qu'en certains cas on puisse y ajouter l'indication de la provenance du bassin ou du puits.

Ils admettraient des variations du prix des charbons en fonction des écarts par rapport aux normes adoptées, pour encourager la production de combustibles ayant des caractéristiques aussi constantes que possible et adaptées au matériel choisi.

#### Commentaires.

Il est certain que de gros efforts restent à faire pour accroître la productivité des engins de chauffage et qu'ils seraient vains s'il n'y avait pas, entre constructeurs de matériels et producteurs ou négoc-

iants de charbons, une collaboration étroite et agissante. Ceux-ci se sont engagés dans cette voie en créant le Ceduc en France et Cedocos en Belgique.

On peut souhaiter, avec les rapporteurs, que les recommandations que seront amenés à faire ces organismes régulièrement en contact avec les consommateurs soient entendues par les fournisseurs du charbon : la tâche de ces derniers n'est cependant pas aussi simple qu'il paraît, en raison de l'extrême variété des couches déhouillées. Mais la concurrence des combustibles liquides et gazeux à usage domestique leur impose des efforts redoublés, s'ils veulent maintenir au charbon ses positions actuelles.

## APPLICATION DES TESTS DE LABORATOIRE A LA SELECTION DES CHARBONS DE CHAUFFAGE (2.01) (1)

M. Dumoutet,

Ingénieur des A.M.,

Chef du Groupe de recherches de la Combustion au Cerchar.

Les techniques actuelles de combustion dans le domaine du chauffage domestique tendent à élargir le plus possible l'éventail des qualités de charbons utilisables, de façon à permettre aux ressources nationales de couvrir les besoins.

La variété des types de foyers soulève des problèmes de sélection.

L'auteur examine deux catégories de phénomènes jouant un rôle important dans la sélection des charbons : le phénomène de pyrolyse précédant et accompagnant l'inflammation et le comportement des matières minérales à la chaleur.

#### Comportement du charbon à l'échauffement.

Sous l'action de la chaleur, le charbon subit une série de transformations : dégagement des matières volatiles et fusion plastique.

Il est à remarquer que les foyers s'accommodent de façons très différentes des matières volatiles, suivant que l'on a affaire à une combustion en couche épaisse, en couche mince ou à front d'inflammation rétrogradant.

Les propriétés plastiques se présentent sous différents aspects, fonction de la nature des charbons, et les foyers s'en accommodent suivant leurs types.

L'agglomération des cendres sous l'effet de la chaleur peut se présenter sous une agglutination légère et très friable, en une masse poreuse ou en masse compacte et peu perméable à l'air.

En fonction du type de foyer, il faut donc déterminer les propriétés plastiques.

L'essai le plus couramment utilisé en France est l'indice de gonflement au creuset (norme M 03.004) qui traduit l'aptitude au gonflement d'une masse de charbon pulvérulent, mais ne donne pas le pouvoir agglutinant du charbon.

On peut utiliser pour ce dernier, l'indice à l'agglutination Roga, retenu par la Commission Internationale de Classification.

Le comportement des matières minérales au cours de la combustion représente un autre facteur important de la marche des foyers. Certains nécessitent une cendre pulvérulente, d'autres s'accommodent très bien d'une fusion partielle ou même totale.

Le principal test utilisé est l'essai de fusibilité, essai beaucoup exécuté mais qui ne peut être considéré comme repère valable que si les charbons à comparer présentent des similitudes de nature.

Pour des charbons de provenances diverses brûlés dans les mêmes conditions de granulométrie et d'allure, les niveaux thermiques sont différents de l'un à l'autre et liés aux propriétés réactionnelles de la matière organique.

(1) Résumé établi par L. Nottet.

**DEUX CARACTERISTIQUES IMPORTANTES DU COMBUSTIBLE  
POUR UN CONSTRUCTEUR DE CHAUDIERES :  
LA FRIABILITE — LA FUSIBILITE DES CENDRES (2.02) (1)**

**A. Hassard,**

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique

et

**G. Quesnel,**

Ingénieur E.B.P.

Les auteurs rappellent que le constructeur des chaudières doit étudier celles-ci en fonction du combustible. A ce sujet, le laboratoire lui fournit une série de données que l'ingénieur devra interpréter judicieusement.

Deux caractéristiques jouent un rôle important : la friabilité du charbon et la fusibilité des cendres.

La *friabilité* est un indice d'aptitude au broyage d'un produit. Sa détermination n'est pas toujours facile et peut prêter à contestation.

Les méthodes de détermination ont en général pour point de départ la méthode Hardgrove et celle du broyeur à boulets.

a) La *méthode Hardgrove* utilise un petit broyeur vertical. On y traite 50 g de charbon calibré et, après 60 révolutions, le charbon obtenu est passé aux tamis standards. La friabilité se détermine par comparaison avec celle d'un charbon étalon de friabilité 100.

La méthode Astm qui en découle permet l'application de la formule

$$L = 13 + 6,95 W$$

où  $W$  représente la fraction de charbon passé au tamis 200 Tyler.

La formule devrait concorder avec les résultats techniques. Cependant des écarts existent, dus principalement :

1. à la granulométrie initiale de l'échantillon dont les grains sont compris entre 589 et 1168 microns ;
2. aux variations du broyeur Hardgrove ; usure des billes ;
3. à l'usure des tamis entraînant la distension et l'écartement des fils, d'où agrandissement des mailles ;

4. à l'appareil de tamisage « Ro-Tap » dont le mouvement de rotation des tamis varie en fonction du serrage du couvercle ;

5. aux erreurs accidentelles provenant des pesées et du nettoyage et colmatage des tamis.

Tous ces facteurs imposent un réétalonnage périodique au moyen du charbon étalon de friabilité 100 et des corrections de la formule en conséquence.

On constate cependant que la détermination de la friabilité Hardgrove n'est pas suffisamment précise pour les charbons cendreux.

b) La *méthode du broyeur à boulets* semble donner des résultats plus approchés de la pratique. L'échantillon introduit est compris entre 74 et 1680 microns et la mouture est poussée jusqu'à ce qu'on obtienne un refus de 20 % au tamis 200.

*Fusibilité des cendres.*

Le point de fusion des cendres est à prendre très au sérieux lors de l'étude d'une chambre de combustion. Une erreur dans l'étude du combustible et de la conception du foyer entraîne parfois des conséquences désastreuses.

La plupart des pays ont fait choix d'une méthode d'essais physiques consistant dans l'observation du comportement, à une température et dans une atmosphère donnée, d'une montre de cendre moulée.

Les auteurs citent les deux méthodes françaises normalisées et ensuite la méthode allemande DIN 51730, dite du « microscope de chauffe ». Celle-ci permet d'examiner et photographier au travers d'un microscope les transformations successives d'une montre cylindrique ( $\varnothing$  3 mm - H. 3 mm). Cette méthode permet de suivre très aisément le film de l'opération et de déterminer les différents points caractéristiques tels que points de ramollissement, de fusion et de liquéfaction. Elle rend aisée l'étude du point de collage des suies.

(1) Résumé établi par L. Nottet.

**CINETIQUE DE LA COMBUSTION DU CARBONE GRAPHITIQUE (3.01) (2)**

**Prof. Dr. E. Wicke,**

Institut de Chimie-Physique de l'Université de Hambourg.

Le Professeur Dr. E. Wicke de l'Université de Hambourg, fait une mise au point de nos connaissances, encore bien incomplètes, sur la cinétique des réactions entre le carbone et l'oxygène. La complexité des phénomènes exige le recours à des méthodes expérimentales qui sont radicalement simplifiées par rapport aux opérations industrielles.

La réaction primaire est étudiée par trois méthodes : celle du fil incandescent, celle du tube de carbone et celle dite des inhibiteurs (chlore ou brome). Le produit primaire serait l'oxyde de carbone, mais l'anhydride carbonique apparaît en quantités croissantes lorsqu'on abaisse la température. L'ordre de la réaction est inférieur à l'unité vers laquelle il tend lorsque la température augmente.

La combustion secondaire de l'oxyde de carbone est une réaction purement gazeuse, nécessitant la présence de radicaux OH et d'atomes d'hydrogène faisant passer l'oxygène dans les molécules d'oxyde de carbone par un mécanisme en chaîne. La vitesse d'oxydation est proportionnelle à la pression partielle de l'oxyde de carbone et, pour les fortes teneurs du gaz en vapeur d'eau, à la pression partielle de l'oxygène.

Si on travaille dans des conditions isothermes, on constate qu'aux basses températures (inférieures à 650° C) toute la surface interne du carbone poreux participe à la réaction. Pour des températures plus élevées, il faut faire intervenir la diffusion dans les pores ; au delà de 1000° C, il faut tenir compte de la diffusion dans la couche limite dont l'effet finit par devenir prépondérant.

On peut schématiser les phénomènes par les courbes de la fig. 1 (température de 1400° C) donnant les concentrations de l'oxygène, de l'oxyde de

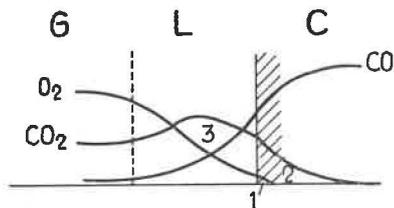


Fig. 1. — Courbes de concentration de O<sub>2</sub>, de CO et de CO<sub>2</sub> avec processus simultané de l'attaque par l'oxygène sur le combustible (zone 1) de la gazéification en CO<sub>2</sub> dans le combustible (zone 2) et de la combustion secondaire du CO dans la phase gazeuse (zone 3) pour des températures de carbone voisines de 1400° C (schéma).

carbone et de l'anhydride carbonique dans la couche gazeuse G, la couche limite L et le combustible poreux C.

L'oxyde de carbone brûle dans la couche limite ; l'oxygène et l'anhydride carbonique diffusent dans les pores du combustible ; l'oxygène y pénètre peu à cause de sa vitesse de réaction élevée, l'anhydride carbonique y pénètre plus profondément. A la surface du combustible, l'oxygène transforme le carbone en oxyde de carbone ; en profondeur, l'anhydride carbonique réagit avec le carbone pour former également de l'oxyde de carbone. Si de la vapeur d'eau est présente, elle se comporte comme l'anhydride carbonique et renforce la gazéification interne.

**LE MECANISME DE LA COMBUSTION DU CHARBON PULVERISE (3.02) (2)**

**Prof. Dr. P. O. Rosin,**

Le Professeur Dr. P.O. Rosin, de Londres, analyse les différents processus partiels qui, par leur combinaison, constituent le mécanisme de la combustion du charbon pulvérisé, en se limitant au cas des grandes unités évaporatoires.

La première caractéristique est la finesse du pulvérin qui est bien traduite par la surface moyenne des grains. Cette surface diminuant au cours de la combustion, il y a lieu de considérer une surface effective moyenne. La réduction de surface pendant la combustion peut être représentée par des courbes

analogues à celles de la figure 2 qui permettent l'évaluation de cette surface effective moyenne.

L'auteur précise ensuite les conditions dans lesquelles s'effectue la combustion du charbon dans le cas de la grille, du lit fluidisé, du foyer cyclone et du pulvérisé. Pour ce dernier, les lois de l'aérodynamique sont applicables ; la surface réactive est maximum, mais les vitesses relatives des particules par rapport au gaz sont faibles. Ces vitesses relatives résultent a) de la pesanteur, b) de la force centrifuge dans les tourbillons, c) de la poussée créée par l'enveloppe gazeuse très chaude, d) de

(2) Résumé établi par J. Danze.

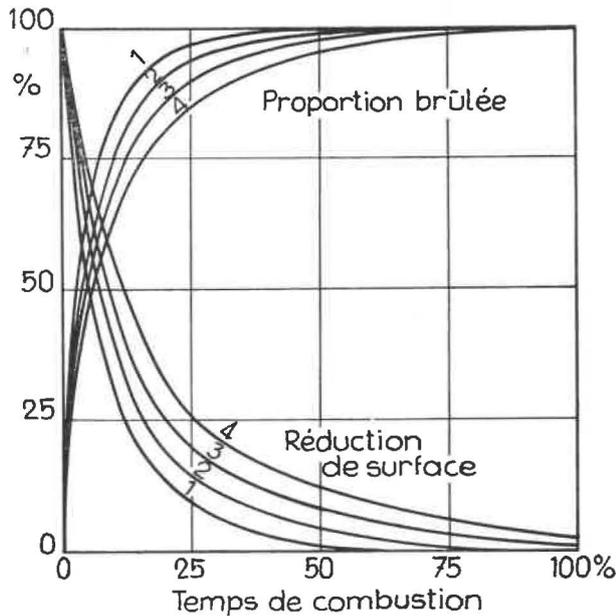


Fig. 2.  
 1,5 % > 90 microns      5,25 % > 90 microns  
 2,15 % > 90 microns    4,35 % > 90 microns

l'action exercée par les matières volatiles qui brûlent.

Les petits grains trouvent dans leur voisinage immédiat l'air nécessaire à leur combustion, les grains plus gros doivent se déplacer pour que leur besoin en oxygène soit pleinement satisfait.

Du point de vue thermodynamique, il faut distinguer trois phases : a) échauffement et dégagement des matières volatiles, b) inflammation facilitée par la combustion des matières volatiles, c) combustion du coke résiduel. L'inflammation accélérée est la clé d'une utilisation efficiente d'une chambre de combustion. La combustion de la poussière très fine est analogue à celle d'un mélange gazeux homogène ; celle du coke résiduel est une réaction hétérogène dépendant des disponibilités en oxygène à la surface de contact.

En ce qui concerne la cinétique de la combustion, l'auteur rappelle les résultats obtenus par Wicke (rappelés plus haut), Gumz et Godsave. Il a calculé le rapport entre la vitesse instantanée de réaction et la vitesse initiale en fonction de la fraction brûlée. Les résultats sont traduits par les courbes de la figure 3 correspondant à différents excès d'air ; la courbe en traits interrompus donne le rapport du diamètre instantané au diamètre initial.

Pour un excès d'air nul ( $n = 1$ ), la vitesse de réaction diminue continuellement ; plus l'excès d'air augmente, moins cette décroissance est rapide et, en fin de combustion, la vitesse de réaction subit un accroissement marqué.

Ces résultats ne tiennent pas compte de l'effet des cendres, action catalytique favorable associée à l'action défavorable due au recouvrement de la surface de réaction. Il est à espérer que de nouvelles recherches pallieront notre manque de connaissance à ce sujet.

Il y a lieu de noter que le dégagement spécifique de chaleur dans les grandes chambres de combustion est beaucoup plus faible que celui qui peut être déduit des vitesses de réaction et, par suite, du séjour minimum des grains dans le foyer. Pour réduire les dimensions de la chambre, il faut réduire l'excès d'air, la température moyenne des gaz ou les durées d'inflammation et de combustion. Une diminution de l'excès d'air en dessous de 25 ou 30 % n'est pas souhaitable puisque la vitesse de réaction serait réduite (fig. 3). La diminution de la température moyenne des gaz conduirait à accroître considérablement la surface de chauffe directe, à moins qu'on ne puisse améliorer le facteur d'émission des flammes et le facteur d'absorption des écrans (plus propres). La diminution des durées d'inflammation et de combustion peut être recherchée par une amélioration des facteurs aérodynamiques, également par un broyage plus fin.

L'auteur considère que ces améliorations ne sont pas d'un intérêt immédiat, car la réduction des frais d'établissement résultant d'une réduction des dimensions du foyer serait compensée par l'accroissement des frais de pulvérisation ; d'autre part, les grandes unités doivent avoir une grande disponibilité d'utilisation, ce qui limite la température des gaz à l'entrée de la surface de chauffe indirecte à environ 1100° C. Avant de pouvoir relever cette température, il faudrait avoir une connaissance plus approfondie des processus physiques et chimiques qui sont la cause des agglomérations des dépôts dans les foyers.

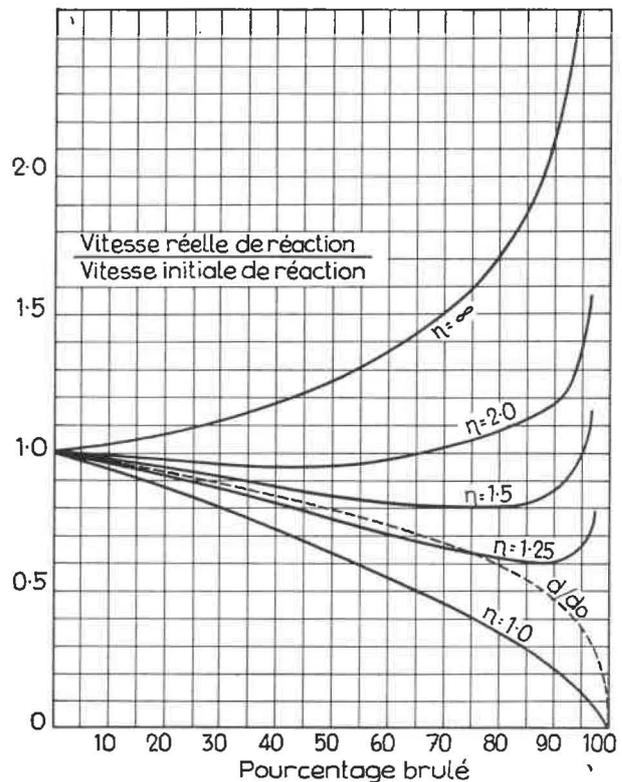


Fig. 3.

## ETUDE EXPERIMENTALE DE LA COMBUSTION DU CHARBON PULVERISE (3.03) (2)

**R. Loison,**

Ingénieur en Chef des Mines,  
Directeur des Groupes de Recherches au Cerchar.

**G. Tissandier,**

Ingénieur civil des Mines,  
Ingénieur au Cerchar.

Les auteurs rapportent les premiers résultats obtenus à la station d'Imuiden du Comité international d'Etudes sur les Flammes.

Les essais ont été effectués avec un même charbon (flambant sec de Lorraine) en étudiant l'influence des facteurs suivants : proportion d'air primaire ; granulométrie du poussier ; vitesse de l'air secondaire ; refroidissement de la chambre. On a mesuré, sur l'axe de la flamme, la température, la

vitesse, la composition du gaz et la concentration en particules solides en fonction de la distance au brûleur. On a également évalué, dans diverses sections du four, le flux calorifique rayonné par la flamme et son facteur d'émission.

Les résultats obtenus présentent un grand intérêt, mais le nombre de cas étudiés est trop faible pour qu'on puisse actuellement en tirer des conclusions pratiques.

## LA TEMPERATURE DANS LA PAROI DES ECRANS TUBULAIRES DE RADIATION DES FOYERS INDUSTRIELS (3.04) (2)

**Prof. Dr. Ing. habil. J. Boehm**

Les tubes-écrans, soumis au rayonnement unilatéral du foyer, sont le siège de contraintes thermiques locales qui se superposent aux contraintes dues à la pression interne. L'auteur se propose de donner les bases du calcul de la distribution des températures dans la paroi d'un tube d'écran ; il tient compte du rayonnement direct du foyer, du rayonnement réfléchi par les murs et de la convection des gaz chauds. Trois méthodes sont développées :

1) Une solution approchée néglige la conductivité tangentielle dans le métal.

2) Une solution améliorée est obtenue en supposant l'épaisseur petite par rapport au diamètre du tube ; on calcule la répartition de la température à la surface interne ; utilisant la chute thermique radiale déterminée par la première méthode, on évalue la répartition de la température à la surface externe.

3) La solution exacte est indiquée, mais conduit à des calculs très compliqués.

Des exemples numériques indiquent que la solution améliorée conduit à des résultats suffisamment approchés. On met également en évidence l'influence favorable d'un haut coefficient de convection du côté de l'eau. Pour évaluer ce coefficient  $\alpha$ , l'auteur utilise la formule suivante qu'il a déduite d'une étude spéciale

$$\alpha \text{ (kcal/m}^2\text{.h. }^\circ\text{C)} = k.w^{0,8}/d^{0,2}$$

avec  $w$  m/sec pour la vitesse moyenne de l'eau et  $d$  m pour le diamètre intérieur du tube. Le facteur  $k$  est une fonction de la température  $t$  °C de l'eau

$$k = 3.800 - 12,6 \left( \frac{t}{20} - 12,6 \right)^2$$

La formule est valable pour des températures comprises entre 100 et 300° C et des pressions allant jusqu'à 400 kg/cm<sup>2</sup>.

## CONTRIBUTION AU CALCUL DE LA TEMPERATURE MOYENNE ET DES DIMENSIONS A DONNER AUX CHAMBRES DE COMBUSTION UTILISANT LE CHARBON PULVERISE (3.04 suite) (2)

**Prof. Dr. J. Boehm et M.H. Viereckl**

Les auteurs présentent deux nomogrammes : l'un permet le calcul de la température moyenne du

foyer, l'autre, les différentes grandeurs caractéristiques de la chambre de combustion.

Ces graphiques peuvent rendre de bons services pour l'élaboration de projets ou pour des calculs de vérification.

(2) Résumé établi par J. Danze.

## LE TRAITEMENT DES SCHLAMMS TRANSPORTES HYDRAULIQUEMENT A LA CENTRALE EMILE HUCHET (4.01) (3)

**P. Aubathier,**

Ingénieur civil des Mines,  
Ingénieur Principal aux Houillères du Bassin de Lorraine.

L'alimentation en combustible de cette importante centrale de 470.000 kW, dont 220.000 kW déjà en service, est constituée par des charbons secondaires suivants :

- ± 20 % (pulvérulents à 8 % d'humidité, mixtes à 15/30 % d'humidité), amenés des divers lavoirs par wagons et,
- ± 80 % de schlamm brut sous forme de pulpe à 125 g/l, amenés par des pipe-lines.

### Caractéristiques des conduites d'amenée des schlamms.

	venant du lavoir Freyming	venant du lavoir du Puits VI
Longueur	9,200 km	1,700 km
Diamètre intérieur	375 mm	113 mm
Débit normal	960 m <sup>3</sup> /h	110 m <sup>3</sup> /h
Pression au départ	16 kg/cm <sup>2</sup>	13 kg/cm <sup>2</sup>

Les pulvérulents vont directement aux chauffe-ries, tandis que les mixtes et les schlamms décan-tés et filtrés sont séchés jusqu'à 8 % d'humidité.

Le traitement des pulpes de schlamm brut est classique: arrivée de l'eau schlammeuse (18.000 m<sup>3</sup>/jour) dans un bassin de réception, pompage vers 8 groupes de 2 cyclones de 350 mm de diamètre, dont les purges (800 g/l) sont envoyées directement dans 8 filtres à vide de 80 m<sup>2</sup> de surface filtrante

unitaire; l'effluent des cyclones (60 g/l) est en-voyé pour décantation dans deux épaisseurs de 30 m de diamètre où, par floculation, on obtient une nouvelle purge (± 400 g/l) qui rejoint les filtres et une eau parfaitement clarifiée (50 mg/l).

Cette dernière eau (15.800 m<sup>3</sup>/jour) est par ail-leurs employée aux dépoussiéreurs de la centrale.

Les divers lavoirs à charbon livrent journallement à la centrale, par les deux pipe-lines, une quantité exprimée à 24 % d'eau, de 3.000 t. Ces schlamms contiennent 45 % de particules inférieures à 100 microns.

Les séchoirs qui reçoivent les mixtes et les schlamms sont du type turbo-sécheur Büttner et sont au nombre de quatre: deux de 25 t/h uni-taire et deux de 50 t/h unitaire.

Le disponible en produits secondaires est, pour tout le Bassin de Lorraine, de 2.700.000 t/an (1956), se répartissant en :

- 18,3 % pulvérulents,
- 26,7 % mixtes,
- 55,0 % schlamms.

La Centrale Émile Huchet seule en consomme près de 1.000.000 t/an.

Le traitement des eaux schlammeuses, en prove-nance de divers lavoirs, régularise fortement les te-neurs en cendres et matières volatiles, ce qui favo-rise l'utilisation massive de schlamms.

## LES TECHNIQUES ACTUELLES DE BROUAGE ET DE SECHAGE DES COMBUSTIBLES SECONDAIRES POUR FOYERS A PULVERISE DANS LES CENTRALES THERMIQUES BELGES (4.02) (4)

**J. Danze,**

Ingénieur en Chef, Directeur des Mines, Professeur ordinaire.

et

**L. Delvaux,**

Ingénieur civil A.I.Lg., Master of Science, Chef de Travaux.  
Université de Liège.

Ce rapport tente de faire le point des tendances générales que l'on peut dégager d'une étude com-parée des solutions données aux problèmes de broyage et de séchage tels qu'ils se posent dans les

centrales à pulvérisé belges de réalisation récente et utilisant des bas-produits dans leurs mélanges combustibles.

L'importance des produits secondaires pour les centrales thermiques belges est tout d'abord indi-quée: 80 % de la production électrique annuelle,

(3) Résumé établi par J. Ponomarenko.

(4) Résumé établi par L. Delvaux.

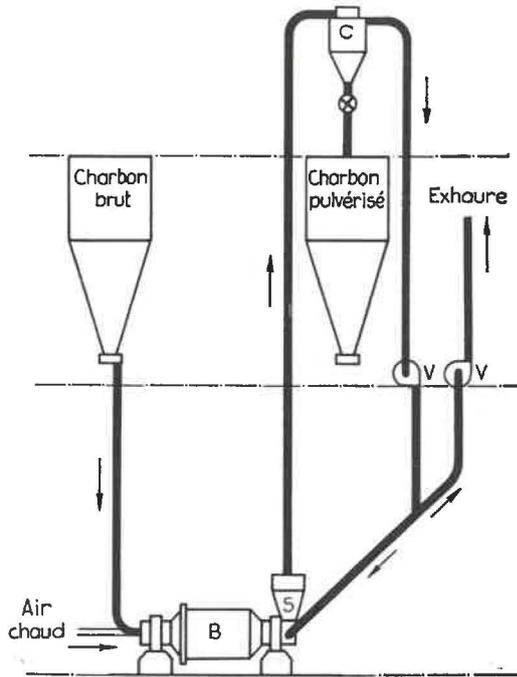


Fig. 4. — Séchage au broyeur.

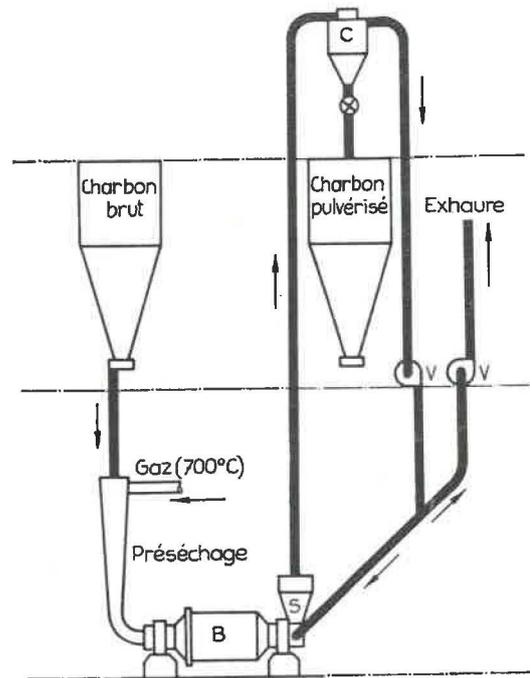


Fig. 5. — Préséchage et séchage au broyeur.

qui s'élève au total à 11,8 milliards de kWh nets, sont assurés par le charbon et les produits secondaires interviennent, en moyenne, pour près de 80 % également dans le total des combustibles solides consommés.

L'étude porte sur une soixante d'unités de production d'une capacité évaporatoire de 40 à plus de 200 t/h, installées depuis 1946 ou en voie de l'être et dont l'ensemble correspond à une puissance électrique nominale d'environ 2,0 millions de kW.

Suivant les cas, le combustible est séché :

a) Entièrement au broyeur, ce dernier étant alimenté en air ou gaz chauds prélevés à la chaudière (fig. 4). Cette solution est possible avec des charbons à moins de 8 à 10 % d'eau, ceci suivant le type de broyeur.

b) Partiellement dans un séchoir relié aux circuits broyeur-chaudière et partiellement au broyeur;

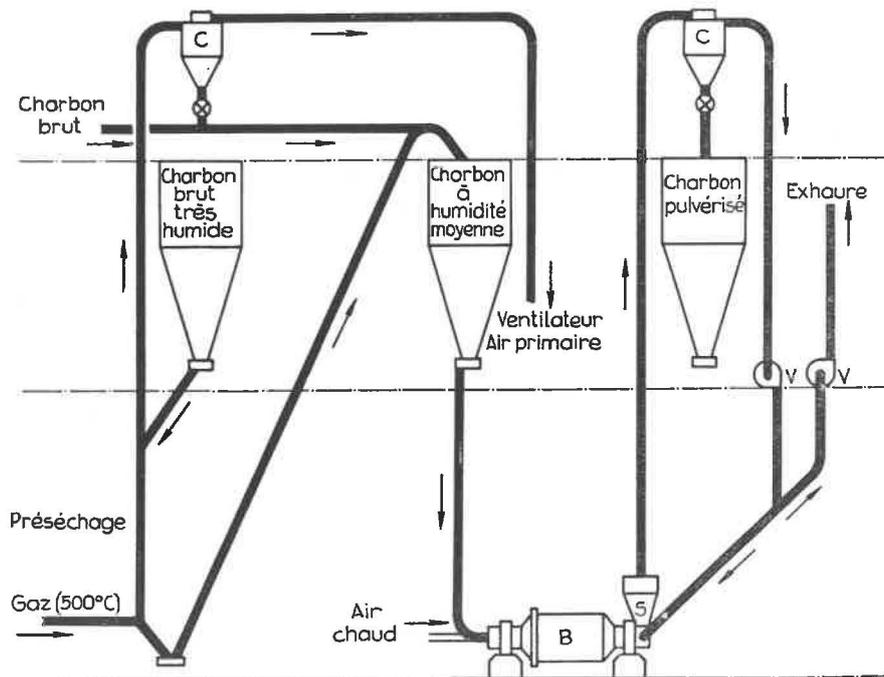


Fig. 6. — Préséchage partiel et séchage au broyeur.

le séchage avant broyeur — ou préséchage — peut être effectué, soit sur l'ensemble du mélange (fig. 5), soit sur sa fraction la plus humide, les schlamms (fig. 6). La plupart des centrales équipées de chaudières de moyenne ou de forte capacité évaporatoire sont dotées d'installations répondant à l'une ou l'autre de ces techniques.

c) Partiellement dans un séchoir entièrement indépendant du circuit de broyage et partiellement au broyeur ; ici encore, le séchage préalable peut être, soit limité aux schlamms (ou à une fraction du mélange riche en schlamms), soit étendu au mélange global. Les flow-sheets correspondants dérivent alors respectivement, soit de la figure 6 où l'on remplace la gaine de préséchage par un séchoir indépendant, soit de la figure 4, à condition de placer un séchoir indépendant en amont du schéma présenté. Des réalisations à séchoir préliminaire indépendant sont encore peu nombreuses, mais paraissent devoir se retrouver plus fréquemment dans les installations nouvelles.

En second lieu, en ce qui concerne le broyage du mélange combustible, il peut se faire :

a) soit au broyeur à boulets ; cette solution est la plus répandue dans les installations de moyenne et de forte capacité évaporatoire et se combine presque toujours avec la technique de l'alimentation indirecte du foyer, c'est-à-dire avec stockage intermédiaire ;

b) soit dans un broyeur à anneau, du type à boulets guidés, ou à galets pendulaires fixes, ou

encore à galets pendulaires mobiles ; ces techniques se rencontrent dans environ 1/5 des cas, aussi bien pour les installations de forte ou moyenne que de faible capacité évaporatoire ;

c) soit enfin dans des broyeurs à impact, souvent utilisés en installations de faible capacité évaporatoire.

Les auteurs, après cette revue des tendances générales, développent plus particulièrement quelques points particuliers comme le choix du mode de préséchage, lorsqu'il a lieu ; l'utilisation des broyeurs à boulets et la question de la nature du revêtement et des corps broyants sont également discutées : il semble intéressant de prévoir un revêtement spécial pour les combustibles secondaires ; trois formules belges sont commentées. Enfin, l'incidence de l'emploi des combustibles secondaires sur le prix de revient de l'opération de broyage, et partant du prix du kWh, est chiffré au moyen d'exemples : on arrive, quel que soit le type de broyeur, à 2 ou 3 % du prix de revient total du kWh.

Pour terminer, les tendances les plus marquantes des installations futures sont données : parmi elles, les différentes techniques applicables au séchage des schlamms effectué indépendamment du broyage (le choix du procédé étant également brièvement esquissé) et le dépoussiérage suivi d'une remise à l'atmosphère de l'exhaure des buées de séchage, procédé tendant à remplacer la réinjection à la chaudière.

## LE TRANSPORT DU CHARBON PULVERISÉ A L'AIR (4.03) (4)

J. Commissaire,

Ingénieur des Arts et Manufactures,  
Directeur de la Région d'Équipement Thermique II,  
(Electricité de France).

Cette étude de certains aspects du transport du charbon pluvérisé par l'air met tout d'abord l'accent sur le manque de fondements théoriques de cette technique (\*).

En pratique, pour obtenir le transport d'un solide en suspension dans l'air, on réalise, suivant l'auteur,

(4) Résumé établi par L. Delvaux.

(\*) Il nous paraît utile de signaler ici les études récentes de Vogt et White (Industrial and Engineering Chemistry, 1948), celles de Clark et al. (Transactions of the Institution of Chemical Engineers, 1952), ainsi que les travaux de Barth, effectués à Karlsruhe depuis 1950, à partir de recherches antérieures de Gasterstaedt (V.D.I., 1924). Toutes ces études introduisent des équations permettant de calculer la perte de charge en conduite de transport ; leur synthèse est encore à faire, surtout en vue de l'application pratique, afin de confronter leurs indications avec les résultats de l'expérience.

un écoulement turbulent de manière à éviter la sédimentation du solide que provoquerait le régime d'écoulement laminaire (fig. 7 et 8).

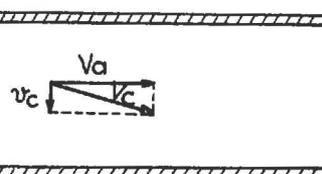


Fig. 7. — Tuyauterie rectiligne horizontale — Régime laminaire.  
 $V_a$  : Vitesse de l'air de transport  
 $V_c$  : Vitesse absolue du charbon  
 $v_c$  : Vitesse relative du charbon par rapport à l'air.

Des essais effectués par un constructeur belge et des indications données par un constructeur amé-

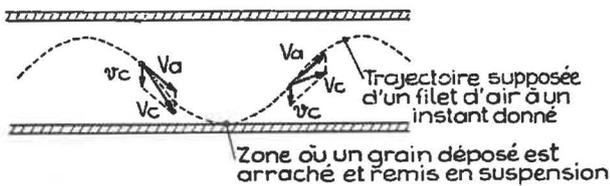


Fig. 8. — Tuyauterie rectiligne horizontale — Régime turbulent.

ricain, certaines données empiriques sur la vitesse minimum de transport nécessaire pour éviter tout dépôt de charbon se dégagent et sont données par l'auteur. Elles sont assez concordantes.

Pour le calcul des pertes de charge, il applique une formule simple qui nous paraît découler de celle obtenue par Segler dans ses études sur le transport pneumatique du grain (\*\*).

L'examen du réglage de la finesse et du fonctionnement des différents types de sélecteurs nous a paru intéressant. Trois dispositifs commerciaux font l'objet d'une esquisse d'étude cinématique. L'auteur montre comment, dans chaque cas, les forces en jeu se ramènent à des fonctions simples de la dimension linéaire des particules : la sélection pro-

vient d'un déséquilibre entre, d'une part, les forces centrifuges sollicitant les particules de charbon et variant approximativement comme  $L^3$  ( $L$  étant la dimension linéaire moyenne de la particule considérée) et, d'autre part, les forces exercées sur les particules par l'air (proportionnelles à  $L^2$ ). Ce déséquilibre apparaît pour une valeur critique de  $L$ .

L'auteur traite ensuite des ennuis qui peuvent survenir dans le transport du charbon pulvérisé et qui sont dus soit à la ségrégation du charbon dans l'air servant au transport, ce phénomène étant provoqué par l'effet de la pesanteur ou de la force centrifuge, soit encore à la présence d'humidité qui agglomère les particules entre elles.

Ces difficultés peuvent se présenter aux brûleurs comme aux répartiteurs et des indications pratiques sur certaines dispositions destinées à les pallier sont données.

Le problème de la prise d'échantillons est abordé : il est la condition première à la connaissance de la finesse du pulvérisé. L'auteur suggère une méthode idéale, mais d'application difficile. On se reportera aux commentaires donnés sur la communication 4.05 qui reprend ce sujet.

## PROBLEMES POSES PAR L'ACCROISSEMENT DE LA TAILLE DES BROYEURS (4.04) (4)

G. Quesnel,

Ingénieur E.B.P.

L'accroissement de la capacité des générateurs de vapeur entraîne naturellement une augmentation de l'importance des unités de chauffe et de leurs auxiliaires. A ce facteur s'en ajoute un autre dont l'action joue dans le même sens : les combustibles utilisés voient leur qualité diminuer et la quantité d'imbrûlés ainsi que l'humidité y augmentent, nécessitant ainsi, pour un même effet calorifique à la chaudière, un accroissement de la capacité de broyeurs.

L'auteur veut analyser les problèmes ainsi posés pour chaque catégorie de broyeurs ; il reprend brièvement les caractéristiques de fonctionnement de chacune d'entre elles :

- a) broyeurs procédant par écrasement (du type à anneau, soit à boulets guidés, soit à boulets pendulaires fixes ou mobiles) ;
- b) broyeurs travaillant par chocs (à impact) ;
- c) broyeurs effectuant la pulvérisation par trituration (et par chocs) à boulets.

(\*\*) Segler G., « Untersuchungen an Körnergebläsen und Grundlagen für Ihre Berechnung », R.K.T.L., 1934, n° 55.

(4) Résumé établi par L. Delvaux.

L'auteur attire en outre l'attention, dans son examen, sur la sujétion entraînée par la combustion directe (sans stockage) sur les valeurs des quantités de charbon et d'air passant dans le broyeur et sur le rapport déterminé entre ces quantités qui est à maintenir.

Des considérations théoriques simples qu'il donne, il découle que si l'on veut accroître le débit en charbon, les différents types de broyeurs n'offrent pas un intérêt identique. Ainsi, en doublant les dimensions, on obtient un débit qui équivaut respectivement à 4, 8, 11,5 fois la valeur initiale suivant que l'on prend le broyeur à chocs, le broyeur à écrasement ou le broyeur à trituration.

L'intérêt du broyeur à boulets est donc manifeste à ce point de vue.

D'autre part, en aucun cas, on ne peut obtenir un parallélisme entre la variation du débit de charbon et celle du débit d'air lorsqu'on modifie les dimensions. L'homothétie entre un petit et un grand broyeur est donc impossible.

Les dimensions d'organes de passage d'air doivent croître proportionnellement plus et l'on doit s'attendre à voir se modifier la silhouette des broyeurs si leur capacité va en augmentant.

Ainsi, par exemple, le problème du dimensionnement des tourillons devient-il aigu dans le broyeur à boulets.

Cependant ajoute l'auteur, en terminant ces considérations générales, actuellement l'augmentation de l'importance des broyeurs est un peu condition-

née par celle des foyers, où un problème analogue d'opposition entre deux fonctions de l'appareil se manifeste lorsque la dimension en croît : capacité de production (à densité calorifique constante) et capacité d'absorption des calories produites qui varient toutes deux différemment avec la dimension.

## L'EXPLOITATION DES BROYEURS DESTINES AUX CHAUDIERES A PULVERISE DANS LES CENTRALES THERMIQUES (4.05) (4)

M. Robert,

Ingénieur A. et M.

Cette communication, à orientation pratique, était très substantielle, quoique un peu décousue ; sa lecture nous paraît devoir être profitable pour l'exploitation de centrales. Elle a pour but d'apporter des indications sur la meilleure façon de satisfaire à certaines exigences de la technique du broyage et de son contrôle.

L'auteur commence par envisager l'intérêt du triage magnétique préalable et les soins à apporter à l'alimentation des broyeurs. Parlant du séchage, il suggère, pour les charbons fort humides, un essorage préalable et un séchage préliminaire indépendant de l'opération de broyage (ce qui rejoint certaines des observations de la communication 4.02).

L'obtention d'une granulométrie déterminée du charbon pulvérisé et son contrôle font l'objet d'une analyse dont l'intérêt est certain : l'auteur suggère pour le prélèvement d'échantillons de s'inspirer des normes américaines « Power Test Codes 1944 Pulveriser Procedure », dont il donne une traduction en annexe. Pour l'analyse granulométrique, si l'on veut aller en dessous de  $74 \mu$ , il conseille l'emploi d'éluutriateurs spéciaux dont il décrit quelque peu une réalisation permettant une opération rapide.

L'appareillage de contrôle est ensuite envisagé : les modalités du réglage de débit au broyeur sont étudiées : cas des broyeurs à alimentation directe, fonctionnant donc sous pression ; cas du broyeur sous dépression suivi d'un stockage, plus difficile à résoudre surtout lorsqu'il s'agit du broyeur à boulets où aucun asservissement entre le moteur du broyeur et le distributeur n'est possible, vu l'absence dans ce cas spécial de relation entre l'énergie consommée et la charge de charbon en circulation.

Enfin, on insiste sur l'ordre logique à respecter dans les mises en marche et les arrêts des appareils en séquence ; cette succession s'obtient par l'intermédiaire d'asservissements.

Les incidents en cours de broyage font l'objet du paragraphe suivant : c'est surtout des explosions que parle l'auteur, analysant l'influence des poussières et les possibilités de distillation du charbon. Des précisions très pratiques sont données sur l'utilité d'éviter les dépôts de charbon et sur leurs causes les plus fréquentes.

Au chapitre de l'entretien, le choix des matériaux est envisagé ; l'auteur paraît préférer pour les broyeurs à boulets traitant des produits abrasifs des revêtements en fonte spéciale Ni-hard. Il suggère ensuite un moyen de lutte contre le bruit produit par un broyeur à boulets, type spécialement critique à ce sujet : ce dispositif original comporte l'emploi d'un casing en bois entourant le broyeur et construit de manière à être démontable, tout en étant muni de portes de visite.

Enfin, la question, d'importance capitale, de la connaissance des performances d'un broyeur et de la prédétermination de ces dernières est avancée. Il s'agit de connaître : a) le débit du broyeur pour des caractéristiques de finesse et d'humidité données et b) la consommation totale d'énergie par tonne broyée. La recherche du premier élément exige l'échantillonnage granulométrique du brut et du pulvérisé (il en a déjà été parlé) tandis que l'approche du second sera permise par la détermination du bilan énergétique du bilan de broyage (qui nécessite également l'introduction de celui du séchage au broyeur). La prédétermination des performances du broyeur sera grandement aidée par la recherche d'un critère de facilité de broyage du charbon, tel l'indice de Hardgrove. L'auteur est partisan de l'emploi de ce dernier lorsque le broyage n'est pas trop poussé. Il suggère cependant que l'on envisage des réalisations d'autres appareils poursuivant le même but que celui de Hardgrove mais adaptés comme ce dernier à un mode spécifique de broyage et permettant une meilleure extrapolation des résultats des essais.

(4) Résumé établi par L. Delvaux.

## LES CHAUDIERES A FOYERS A CENDRES PULVERULENTES (4.06) (5)

M. Fournier,

Ingénieur A. et M., E.S.M.E.

La nature du combustible employé, sa dureté, son humidité, sa granulométrie et sa teneur en matières volatiles déterminent la qualité du broyage, le module de finesse étant primordial pour la combustion.

Le choix de la nature des foyers à cendres fondues ou à cendres pulvérulentes doit s'inspirer entre autres des facteurs suivants :

- a) imbrûlés,
- b) température du foyer,
- c) rendement,
- d) nature des cendres en fonction de la température de régime.

Les considérations concernant ce choix ont été longuement développées au cours du Congrès. D'autres communications en font mention.

Après avoir passé en revue le dimensionnement de la chambre, les types, positions et réglage des brûleurs, l'auteur signale que c'est vers 15/16 % de matières volatiles que les techniques différencient les charbons gras et les charbons maigres.

En ce qui concerne l'allumage, on doit éviter la moindre erreur ou défaillance dans la manœuvre

des opérations successives. En effet, un rallumage intempestif pourrait provoquer l'inflammation du gaz tonnant qui se serait formé. La prudence impose de couper l'alimentation du combustible et de reprendre la suite des manœuvres après ventilation efficace.

Les investissements importants des centrales modernes ne peuvent se justifier uniquement du point de vue du rendement thermique élevé, il faut tenir compte également de la disponibilité du groupe entier.

Ainsi un calcul rapide de l'effet de 10 jours d'arrêt d'une centrale, dont le rendement thermique est de 90 % et dont les frais directs dus au combustible sont de 45 % des frais totaux, montre que la hausse du prix de revient est de 1,7 %, ce qui équivaut à une chute du rendement thermique de 3,4 % et ce, pour une année.

Il en résulte que la recherche poussée vers une amélioration du rendement d'une installation bloc-chaudières-alternateurs ne doit pas mettre en balance le risque ou l'obligation d'arrêts que le perfectionnement peut éventuellement causer.

## PROBLEMES POSES PAR L'UTILISATION DES CHARBONS CENDREUX DANS LES CENTRALES THERMIQUES (4.07) (5)

G. Bouttes,

Ingénieur E.S.E.

et

A. Vellard,

Ingénieur civil des Mines.

Service des Centrales électriques des Houillères du Bassin du Nord  
et du Pas-de-Calais.

Le taux des cendres des combustibles secondaires utilisés actuellement dans les centrales thermiques est passé à 40 - 45 %. L'expérience acquise, surtout dans la conception du matériel, permet d'augurer qu'il n'y a pas de difficultés majeures pour brûler des charbons allant jusqu'à 50 % de cendres

Cet accroissement du taux de cendres, en provenance surtout des produits secondaires de divers lavoirs, postule une station de mélange bien agencée, car le rendement thermique dépend entre d'autres facteurs de l'homogénéité du combustible.

En général, la perte par imbrûlés solides est beaucoup plus influencée par les matières volatiles que

par les cendres. Il en est de même pour la stabilité de la combustion et la possibilité de marche à faible allure.

La disponibilité des chaudières récentes, contrairement aux chaudières de l'ancien type, est pratiquement indépendante de la diversité de la qualité des combustibles.

En ce qui concerne les suies, une très large utilisation semble pouvoir être envisagée dans l'avenir, notamment pour ciments pouzzolaniques, matériaux légers, travaux de route, etc.

Au point de vue économique, les centrales minières sont appelées à consommer l'entièreté des charbons cendreux produits. Toutefois, il n'est plus de mise qu'à la faveur d'un rabais trop grand pra-

(5) Résumé établi par J. Ponomarenko.

tiqué jusqu'ici sur les prix des bas produits, les centrales minières puissent encore présenter un prix de kWh inférieur à celui des centrales consommant des charbons marchands, alors que la consommation spécifique des centrales minières était plus élevée.

La valorisation des combustibles secondaires, eu égard aux rendements des chaudières modernes, devrait être basée sur les prix de référence des produits marchands. Cette valorisation est à peu près définie par une droite passant par le produit mar-

chand et donnant une valeur nulle aux environs de 80 % de cendres.

Pour obtenir le meilleur résultat économique, il doit exister une harmonie entre la préparation mécanique, d'une part, et la centrale minière, d'autre part ; en d'autres termes : le minimum de stériles aux chaufferies et le minimum de produits, ayant une valeur calorifique au terril.

Enfin, seul le développement de l'utilisation des suies peut encore entraîner une amélioration de la valorisation.

### LES FOYERS A CENDRES FONDUES. — EVOLUTION, TYPES DE CONSTRUCTION ET DESCRIPTION D'UNE CHAMBRE DE FUSION AVEC BRULEURS EN VOUTE (4.08)

Dr. W. Lenz

### PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET EXEMPLES DE REALISATION DE LA CHAUDIERE CYCLONE A AXE VERTICAL (4.09)

Dr. J. Krug

### ETAT DU DEVELOPPEMENT DES FOYERS-CYCLONES A AXE PRESQUE HORIZONTAL EN ALLEMAGNE (4.10)

H. Seidl et O. Rosahl (6)

Les auteurs citent les avantages, généraux et particuliers, théoriques et pratiques, de ces foyers, exposent les principes appliqués, les difficultés rencontrées en pratique et les procédés employés pour les éliminer et montrent, à l'aide de nombreuses références, que la presque totalité des foyers à charbons pulvérisé commandés en Allemagne au cours de ces dernières années fonctionnent à cendres fondues.

Parmi les avantages signalés, celui de l'abattement des cendres à l'état de scories est à la base du développement de ces types de foyers. Ces scories ont une densité deux à trois fois supérieure à celle des cendres volantes, elles se transportent et se stockent plus facilement, elles ne constituent pas une gêne pour le voisinage par leur envol, elles ont été beaucoup utilisées comme matériau d'appoint et de remplissage dans l'industrie du bâtiment. Cette possibilité de valorisation sera toutefois insuffisante pour assurer à l'avenir le placement des scories qui présentent par ailleurs le défaut d'être coupantes. Cette propriété défavorise leur emploi comme matériau de construction de routes et comme produit de remblayage dans les mines.

Comme avantage des foyers à cendres fondues, les auteurs citent aussi celui de permettre l'utilisa-

tion d'une gamme plus large de combustibles. Cet avantage semble réel en ce qui concerne les teneurs en matières volatiles. Par contre, les teneurs en cendres et en humidité figurant dans les rapports sont inférieures à celles des bas-produits brûlés dans de bonnes conditions en France et en Belgique dans de grandes chaudières à cendres pulvérulentes. Ces derniers foyers conviennent d'ailleurs mieux à des charbons dont la température de fusion des cendres est très élevée, et ils sont moins sensibles aux variations brusques de qualité des combustibles.

Des autres avantages signalés, celui de l'abaissement du point de rosée des gaz de combustion par la moindre formation de  $SO_3$  présente de l'intérêt pour les usagers de charbons caractérisés par de fortes teneurs en soufre.

Les constructeurs citent encore d'autres avantages inhérents aux foyers à cendres fondues : accélération de l'allumage et de la combustion du charbon à cause des températures élevées, diminution de l'excès d'air, augmentation du rendement, meilleur comportement aux charges partielles, facilité de réinjection des suies, diminution des quantités de cendres volantes rejetées à l'atmosphère, etc. dont certains prêtent pour le moins à discussion. Ainsi le rapport 410 donne des courbes de rendement d'essais de chaudières de 80 t/h à cendres fondues en 1954/1956, et à cendres pulvérulentes

(6) Résumé établi par M. Wilwertz.

en 1949. Or les foyers à cendres pulvérulentes ont aussi fait des progrès depuis lors, et l'expérience a montré que les rendements des grandes chaudières modernes équipées de ce type de foyer sont pour le moins égaux à ceux des chaudières à cendres fondues. Pour les charbons très cendreux notamment, les pertes par imbrûlés solides des foyers à cendres pulvérulentes ne sont pas supérieures à celles par chaleur sensible des cendres des foyers du deuxième type.

Par ailleurs, les constructeurs n'ont pas mis suffisamment l'accent sur les inconvénients des foyers à cendres fondues : corrosions et érosions extérieurs des tubes, et encrassement des surfaces de chauffe, notamment à l'arrière des chaudières. Malgré l'emploi de dispositifs de nettoyage de diverses espèces, certaines chaudières à cendres fondues n'atteignent pas les taux élevés de disponibilité annuelle des grandes chaudières à cendres pulvérulentes.

## DEVELOPPEMENT DES FOYERS A CHARBON PULVERISE EN ALLEMAGNE (4.11) (6)

Dr. Ing. W. Gumz,

Steinkohlenbergbauverein, Essen.

Après un bref historique, l'auteur reproduit des statistiques qui montrent notamment que 52,2 % des foyers à charbon pulvérisé existant en Allemagne sont à cendres pulvérulentes, 47,8 % à cendres fondues. Des chiffres encore plus significatifs ont été publiés entretemps par Mr. Stange (Mitteilungen der V.G.B., décembre 1957) qui cite les pourcentages suivants pour les chaudières de plus de 60 t/h commandées en Allemagne ces dernières années : En 1955 : 81,4 % à cendres fondues, 10 % à cendres pulvérulentes. En 1956 : 69 % à cendres fondues, 6,55 % à cendres pulvérulentes. Ces chiffres comprennent les foyers à lignite qui sont généralement à cendres pulvérulentes. Comme l'indique Mr. Stange, les foyers à cendres pulvérulentes récemment commandés en Allemagne constituent des exceptions.

Le Dr. Gumz confirme que la raison principale du développement des foyers à cendres fondues réside dans l'élimination des cendres volantes et dans les avantages inhérents à la nature physique des scories résultant de la fusion des cendres.

Il indique que le rendement des chaudières à cendres fondues est généralement supérieur de 1 à 1,5 % au rendement moyen des chaudières à cendres pulvérulentes construites il y a une dizaine d'années, mais il ajoute ailleurs que les deux types de foyers ont atteint entretemps le même stade de perfectionnement et peuvent être considérés aujourd'hui comme étant de valeur identique.

Selon l'auteur, le recyclage des cendres volantes est pratiqué dans tous les foyers à cendres fondues qui, dans certains cas, sont encore à même de récupérer et de fondre les cendres volantes provenant de chaudières voisines.

Le Dr. Gumz consacre un chapitre à l'encrassement des surfaces de chauffe et à la disponibilité

des chaudières à cendres fondues. Dans l'ensemble, il ressort de l'expérience acquise que les encrassements ont augmenté, que les caractéristiques des dépôts se sont modifiées (notamment par la volatilisation des constituants des cendres aux très hautes températures), que des dispositifs de nettoyage, tels que souffleurs de suies et ramoneurs à grenailles sont indispensables, sans être toujours suffisants pour conférer une bonne disponibilité aux chaudières.

En mentionnant les maladies d'enfance des divers types de foyers à cendres fondues, l'auteur écrit ailleurs que les temps de fonctionnement sont encore trop courts pour permettre un jugement définitif. « Il faut un temps de service de 50.000 à 100.000 heures pour pouvoir estimer réellement et judicieusement tous les « pour et contre » de chaque type de foyer, y compris leur durée de service probable, la disponibilité des chaudières, et les dégâts possibles dus à d'éventuelles érosions et corrosions. » (A ce dernier propos, voir les articles et photos de E. Goecke et E. Hubel dans Mitteilungen der V.G.B., décembre 1957.)

L'auteur insiste aussi sur l'importance déterminante de la température dans les foyers à cendres fondues. Il estime que, si l'on ne veut pas renoncer aux avantages de ces foyers, il faudrait procéder à la fusion aux températures les plus basses possibles et il faudrait limiter aussi bien la charge spécifique de la chambre de combustion que la grandeur absolue de cette chambre.

Dans un chapitre consacré aux foyers à cendres pulvérulentes, le Dr. Gumz indique notamment que le fonctionnement de ces chambres est généralement plus simple que celui des foyers à cendres fondues. Il en est de même de leur forme, ce qui a une répercussion sur le prix de construction. Par ailleurs, pour parer aux inconvénients des cendres pulvérulentes, on a récemment imaginé et appliqué

(6) Résumé établi par M. Wilwertz.

à l'échelle industrielle, deux procédés assurant le frittage de ces cendres sur une bande, ou dans un puits situé sous la chambre de combustion.

Les foyers à charbon pluvérisé pour lignite sont généralement à cendres pulvérulentes, notamment à cause du point de fusion élevé des cendres et de la température de combustion relativement faible de ce combustible, humide et pauvre en carbone.

Pour conclure, le Dr. Gumz souligne la vive activité consacrée en Allemagne, au cours de ces dix

dernières années, au développement des foyers à cendres fondues pour la combustion du charbon et des foyers à cendres pulvérulentes pour le lignite.

Il estime qu'après la mise au point et la consécration pratique des procédés de frittage précités il sera de nouveau fait appel en ce pays, dans une certaine mesure, aux foyers à cendres pulvérulentes, en raison notamment des avantages inhérents à leur facilité de service et à la disponibilité annuelle des chaudières.

## LES FOYERS A GRILLE MECANIQUE A INJECTION PNEUMATIQUE (4.12) (7)

L. Juif,

Ingénieur A. et M.,

Ingénieur mécanicien de la Marine (Cadre de Réserve).

Les chaudières à grille mécanique à injection pneumatique sont du type classique. Leur seule particularité provient du système de chauffe qui comporte, en plus de la grille mécanique, un appareillage d'injection pneumatique du charbon.

La trémie d'alimentation en charbon est divisée en deux parties, l'une inférieure qui alimente normalement la grille et l'autre supérieure qui dirige le charbon vers un plan incliné par l'intermédiaire de poussoirs.

Ces pistons sont répartis le long de la face avant de la chaudière. Ils ont un mouvement de va-et-vient de longueur réglable et sont à vitesse variable. Par le réglage de ces deux dispositifs ainsi que par l'ajustement d'un régulateur de hauteur de couche, il est possible de doser exactement la proportion de charbon destiné à l'injection. Ce charbon descend dans le foyer le long d'un plan incliné et, arrivé devant une tuyère faisant toute la largeur de la grille, il est projeté dans le foyer par l'air de la tuyère sous une pression d'environ 500 mm de colonne d'eau. Les gros morceaux de charbon tombent à l'avant de la grille, tandis que les plus fins brûlent partiellement en suspension et tombent plus loin.

L'injection n'est pas utilisée à faible charge calorifique. Jusqu'à environ 65 % de la marche poussée continue, la combustion s'effectue uniquement sur la grille par le procédé classique, la régulation étant assurée automatiquement par la vitesse de translation de la grille en fonction du débit de vapeur. Pour les charges plus élevées, la grille reste à vitesse constante et la hauteur de couche réglant l'alimentation classique reste constante. Le supplément de charge est fourni uniquement par l'injection pneumatique, dont le réglage est complètement indépendant de celui de l'alimentation sur grille.

La longueur de course des poussoirs et la position du régulateur de couche le long du plan incliné sont réglées une fois pour toutes suivant la catégorie de charbon utilisée, mais la régulation agit sur la vitesse des poussoirs. L'air total de combustion est réglé parallèlement de façon à maintenir un rapport air/charbon constant, la mise en service du ventilateur d'air de projection s'effectuant automatiquement quelques secondes avant celle des poussoirs.

Lorsque l'injection pneumatique fonctionne, la répartition de l'air sous grille est modifiée par un réglage particulier des caissons de soufflage de façon à augmenter le débit d'air au point de chute extrême du charbon projeté. Ce point de chute extrême est réglé par la pression d'air de projection pour qu'il se situe dans une zone de combustion vive et que la longueur de grille qui reste à parcourir soit suffisante pour obtenir une combustion complète.

Les avantages principaux de ce type de foyer sont :

— une augmentation du taux de combustion par heure et par mètre carré de grille à cause d'un allumage plus rapide, de l'allongement de la zone de combustion intense, d'où plus grande régularité, et à cause de la combustion en suspension des petites particules de charbon ;

— une souplesse très grande de fonctionnement lorsque l'on procède à l'injection pneumatique, c'est-à-dire de 65 % à 100 % de l'allure maximum.

Les charbons susceptibles de donner satisfaction dans ces foyers sont spécialement les fines 0/10 avec une proportion de 0/1 de 25 à 30 % et un pourcentage maximum de 10 % en grains > 5. L'indice en matières volatiles semble limité vers le bas par une teneur de 15 à 16 % de façon à permettre une inflammation aisée de la fraction injec-

(7) Résumé établi par J. Renard.

tée. L'humidité n'a pas d'influence notable sur la combustion, il suffira de satisfaire aux exigences de la manutention. La teneur en cendres peut atteindre 40 % à 50 %.

Ce type de foyer, qui n'est pas utilisé à notre connaissance en Belgique, mérite une attention particulière du fait de la bonne combustion des fines 0/10, même avec des variations importantes

de l'allure de fonctionnement et avec des teneurs en cendres élevées. L'avantage de pouvoir, sur une unité neuve, réduire la surface de grille nécessaire nous paraît devoir être compensé par la nécessité de prévoir une densité calorifique de combustion moindre, c'est-à-dire d'augmenter le volume de la chambre de combustion et de prévoir aussi un dépoussiérage plus important.

## LES FOYERS « IGNIFLUID » (4.13) (7)

M.S. Voboda,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

Les foyers Ignifluid sont une application du phénomène de la fluidisation à la combustion des fines de charbon dans les chaudières multitubulaires de moyenne et grande importance.

Le lit de feu « fluidisé » est constitué par la masse des fines particules de charbon qui sont maintenues en suspension dans un courant d'air ascendant, l'ensemble présentant l'aspect d'un liquide en ébullition.

Le bas de la chambre de combustion est limité par une grille mécanique assez longue et étroite (environ la longueur de la chaudière et le  $1/10^e$  de sa largeur) et ascendante de l'avant vers l'arrière suivant une inclinaison de  $15^\circ$  sur l'horizontale. Le raccordement de la grille aux façades avant et latérales de la chambre de combustion est réalisé par des talus naturels de charbon.

Le lit de feu est ainsi limité à la face avant et latéralement par ces talus de charbon et à la face arrière par la grille à mâchefers. La surface libre du lit est sensiblement horizontale et sa profondeur est de l'ordre de 50 cm.

Les fines de charbon sont alimentées par projection au-dessus du lit de feu par un soufflage pneumatique ou par un distributeur mécanique sur environ les deux tiers avant de la section horizontale de la chambre de combustion. Elles tombent directement dans la masse du foyer ou bien se déposent sur les talus d'éboulement, qui sont constamment renouvelés en surface.

Le lit de feu fluidisé est créé par une pulsion d'air primaire à travers les caissons étanches de la grille. La pression d'air est réglée en décroissant de l'avant vers l'arrière de 200 à 20 mm de colonne d'eau. Cet air étant pulsé alternativement empêche la ségrégation des particules de charbon et provoque un mouvement relatif intense air-particules de telle sorte que le lit fluidisé peut être considéré comme un mélange homogène. La combustion est ainsi très rapide.

La quantité d'air primaire envoyée sous grille n'est pas suffisante pour provoquer une combustion complète. Le lit fluide fonctionne donc comme un gazogène. Un air secondaire introduit au-dessus du lit assure une combustion complète des gaz imbrûlés.

Dans le lit fluide règne une température élevée qui provoque la fusion des cendres et leur agglomération sous forme de mâchefers. Par gravité, ceux-ci tombent sur la grille qui les évacue. C'est en fait le seul rôle de la grille. En bout de grille, un soufflage d'air enlève les fines particules entraînées avec les mâchefers et assure aussi la combustion totale des imbrûlés solides incorporés.

La régulation du foyer est jusqu'à présent semi-automatique. Il faut que la vitesse de l'air primaire soit réglée pour assurer la stabilité du lit fluide. En pratique, pour une allure déterminée, la bonne marche du foyer est caractérisée par la constance du niveau du lit. Une canne manométrique transmet les variations de hauteur du lit et commande, en conséquence, le débit de charbon automatiquement. Les variations d'allure se font par action manuelle sur les débits d'airs primaire et secondaire.

Les résultats d'essai sont satisfaisants. La marche est régulière. Le réglage est efficace et permet de stabiliser le feu jusqu'au minimum technique du  $1/3$  de charge environ.

Les caractéristiques des charbons utilisables sont assez variables. La granulométrie idéale est le 0/5. Les 0/2 peuvent aussi convenir, mais le pourcentage d'envols est plus important. Les 0/10 donnent une utilisation convenable pour autant que la proportion 5/10 soit minime. Les gros grains ne se maintiennent pas dans le lit fluidisé. Ils tombent sur la grille et sont entraînés avec les mâchefers avant d'avoir terminé la combustion. L'humidité ne joue aucun rôle au point de vue combustion ; on est limité par les impératifs de manutention. La teneur en cendres peut atteindre 40 %, le point de fusion des cendres n'ayant pas d'importance. La teneur en

(7) Résumé établi par J. Renard.

matières volatiles est normalement inférieure à 15 %. Pour les charbons cokéfiant, certains essais laissent prévoir la possibilité d'une bonne utilisation mais, à l'heure actuelle, on n'est pas suffisamment informé sur le danger de la formation de blocs agglomérés au-dessus du lit fluidisé.

Ces foyers méritent une attention spéciale. Ils ne réclament que des frais peu importants en installation et l'entretien des chaudières paraît minime. Ils permettent l'emploi d'une large gamme de combustibles. On a même expérimenté avec

succès l'utilisation de schlamms humides. Ils peuvent être montés facilement sur les chaudières multitubulaires qu'elles soient du type « à rayonnement » ou non et conviennent très bien pour d'autres installations industrielles, pour le séchage par exemple. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de prévoir un refroidissement des rives de grilles. Si, actuellement, les pertes par imbrûlés solides dans les mâchefers et surtout les pertes par cokes volants sont assez importantes, il ne fait pas de doute que les mises au point futures y remédieront.

## LE FOYER A COMBUSTION EN SUSPENSION STOUFF (4.14) (7)

**L. Stoff,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

Le foyer Stoff comprend une chambre de combustion en forme de divergent à axe vertical et évasement vers le haut. Les parois sont en réfractaires. Cette chambre est généralement prolongée vers le haut par une chambre cubique.

Les fines de charbon sont introduites dans la partie supérieure du cône et brûlent en suspension aérodynamique. Le courant d'air ascendant est créé uniquement par le ventilateur de tirage de la cheminée. Suivant l'allure de la combustion, la granulométrie et la densité du charbon, la dépression du foyer varie de 10 à 40 mm de colonne d'eau.

Les particules de combustible projetées dans le foyer sont animées d'un mouvement giratoire et se classent aux différents niveaux suivant leur grosseur. Au fur et à mesure de leur combustion, elles deviennent plus légères et montent dans le cône. Les cendres par contre se ramollissent, s'agglomèrent et descendent dans le cône à mesure qu'elles forment des morceaux plus lourds jusqu'à échapper par l'orifice inférieur.

Pour augmenter la souplesse de fonctionnement aux diverses allures, on a placé une tuyère éclipable en prolongement de l'orifice inférieur. Pour augmenter la durée de vie des réfractaires spéciale-

ment dans le bas du cône, on y a placé parfois du carborundum ou bien un water-jacket.

Les rendements sont satisfaisants lorsque la granulométrie du charbon est convenable. L'abondance des volantes exige un bon dépoussiérage. La conduite du foyer est simple ; il existe parfois des difficultés d'évacuation des cendres fondues lorsque l'on modifie l'allure de fonctionnement.

Les combustibles utilisables sont très variés. La granulométrie 0/2 ou 0/5 convient le mieux. La teneur en cendres peut être quelconque, comme celle en humidité. Celle-ci sera limitée par les exigences de la manutention et d'une bonne dispersion dans le foyer. Une haute teneur en matières volatiles favorise l'inflammation, mais on peut très bien utiliser les anthracites.

Le foyer Stoff est le précurseur de tous les systèmes de combustion en suspension et il en est le plus simple. Son domaine d'application s'étend jusqu'aux petites chaudières multitubulaires.

Les plus grosses unités actuellement en fonctionnement sont d'une puissance de 20 millions de kcal/heure, mais il est possible d'aller plus loin. Enfin, il existe aussi plusieurs applications au chauffage des fours.

## LE FOYER A MENUS FINS BRUTS (SYSTEME LEMAIRE) (4.15) (7)

**M. Lemaire,**

Ingénieur I.E.C., Licencié ès-Sciences.

Le foyer Lemaire se compose essentiellement :  
— d'une chambre de combustion en forme de pyramide renversée, dont les faces avant et latérales sont verticales. La face arrière, par contre, est in-

clinée avec évasement vers le haut, sauf à sa partie inférieure où elle est verticale.

Les fines de charbon sont alimentées au 1/4 environ de la hauteur de la paroi arrière inclinée. Elles se dispersent dans la chambre où elles brûlent en suspension ;

(7) Résumé établi par J. Renard.

— d'une grille mécanique appelée « grille pilote », qui reçoit environ 8 à 10 % du poids total de combustible consommé.

Cette grille est située en dessous de la chambre de combustion, elle sert à l'allumage initial, à l'entretien de la combustion des fines en suspension et à la collecte de la partie du combustible (gros grains) qui s'échappe rapidement de la chambre sans avoir brûlé complètement. Ces grains pourront y terminer leur combustion.

L'air de combustion est amené presque totalement sous forte pression dans les caissons de soufflage sous grille de sorte que, sur la grille, il existe un grand excès d'air qui y favorise une combustion totale. L'air en excès et les gaz de combustion s'engouffrent ensuite dans la chambre pyramidale où ils rencontrent les fines qui tombent par gravité. Il s'y produit une suspension pneumatique. Les particules de charbon s'élèvent au fur et à mesure de leur combustion, tandis que les cendres fondent, s'agglomèrent, tombent sur la grille et sont évacuées au cendrier. En fait, les gaz arrivant au bas de la chambre de combustion dans l'étranglement rectangulaire sont animés d'une vitesse importante dans le sens vertical. Ce mouvement se poursuit le long de la face avant verticale, mais par contre, il y a épanouissement de la veine le long de la paroi arrière dès l'amorce de la partie pyramidale.

Il s'y produit des tourbillons à axe horizontal qui s'amplifient vers le haut. En fin de détente, le lit de feu est bien stabilisé.

La combustion est fortement similaire à celle obtenue dans le foyer Stouff. On a élargi la base de la chambre et on a placé sous celle-ci une grille mécanique, ce qui augmente les frais d'investissement dans de notables proportions, surtout que l'air de combustion doit être pulsé. Cependant, l'allumage initial devient plus facile, les imbrûlés solides dans les mâchefers peuvent être réduits, la stabilité du feu est accrue et enfin la souplesse de fonctionnement est élargie. En effet, lorsque le débit d'air diminue, la proportion de grains en suspension diminue dans la chambre. Les grains retombent sur la grille où ils augmentent la quantité relative de charbon. A ce moment, le foyer tend à fonctionner comme un foyer équipé d'une grille mécanique et, comme les dimensions de celle-ci sont réduites, on peut obtenir une allure représentant le  $1/8^e$  de la charge nominale.

Les remarques générales déjà signalées pour les foyers à combustion en suspension restent valables: rendements satisfaisants, importance des volantes qui nécessitent un bon dépoussiérage, usure rapide des réfractaires, possibilité d'emploi de différents charbons secondaires.

## LA COMBUSTION DES ORDURES MENAGERES (4.18) (8)

**P. Olmi,**

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique

et

**P. Sulzer,**

Ingénieur I.E.N.

Les ordures ménagères récoltées dans les agglomérations comportent des éléments très variables.

La composition et le poids moyen de ces éléments par habitant varie suivant le climat, le genre de population, les activités économiques locales, les saisons, les fluctuations de prospérité, les départs en vacances, etc...

Par souci d'hygiène, les ordures doivent être éliminées rapidement; les décharges exigent dans les grandes agglomérations des transports coûteux, d'où l'intérêt de détruire sur place par incinération.

Les ordures sont généralement auto-combustibles et ne laissent que des mâchefers (environ 40 % du

poids total) tout en dégageant des calories utilisables.

Le P.C.S. des ordures se situe en moyenne à 3.000 cal/kg, mais, compte tenu de la forte teneur en eau, le P.C.I. oscille entre 1.000 et 2.000 cal/kg.

Pour éviter l'extinction du feu, il faut vaporiser l'eau de constitution des ordures, soit en déversant celles-ci par petites quantités successives dans le foyer, soit en les séchant sur une sole attendant au foyer, soit dans un sécheur totalement indépendant du foyer.

Généralement l'air comburant est réchauffé, mais cette récupération est difficile par suite des températures assez basses et de la forte quantité de va-

(8) Résumé établi par J. Lorneau.

peur d'eau et de poussière contenue dans les gaz de combustion.

Un incinérateur doit avoir une grande section à la goulotte de chargement et comporter une voûte adéquate permettant la concentration du rayonnement sur la charge à allumer ; les pressions de soufflage doivent être élevées.

Les fours se divisent en diverses catégories :

— Les fours discontinus à corbeilles; ces dernières

sont chargées en une fois et vidangées complètement après incinération ;

— les fours semi-continus, genre cubilot ; ceux-ci sont munis d'un couteau qui sépare périodiquement les mâchefers à évacuer et permet la descente des charges par à-coups ;

— les fours continus sont constituées par un ensemble de zones assurant successivement le séchage, l'allumage, la combustion et l'évacuation des cendres.

## L'UTILISATION DES CHARBONS MAIGRES ET COKES DE GROS CALIBRES EN CHAUFFAGE CENTRAL (4.21) (9)

M. Bernard,

Ingénieur civil des Mines,  
Ingénieur en Chef au « Gaz de France ».

L'auteur fait le point de la situation en chauffage central des appareils utilisant les charbons maigres et les cokés de gros calibres. Il attire l'attention sur les possibilités modernes en la matière, tout en examinant les disponibilités des divers combustibles solides et leurs coûts respectifs. En fait, l'auteur montre l'intérêt, devant la raréfaction des charbons anthracites, de l'utilisation des cokés 30 mm à 120 mm, dont la production augmente de plus en plus. Le développement de l'industrie sidérurgique conduit, en effet, à cokéfier des tonnages de plus en plus importants de houille et, en conséquence, à augmenter la mise à disposition des cokés calibrés.

Les chaudières traditionnelles, conçues pour l'utilisation des charbons anthracites de gros calibres, peuvent convenir pour les cokés calibrés pour autant que la puissance nominale des chaudières soit surpuissante de 30 à 50 % et que l'installation soit équipée d'un régulateur de tirage. Le pouvoir calorifique du coke étant inférieur à celui de l'anthracite, il faut en effet un volume de chambre de combustion plus important. D'autre part, le passage de l'air entre les morceaux de coke étant plus facile, il faut une étanchéité meilleure de l'appareil et des organes de manœuvre pour régler l'allure suivant la demande, surtout au ralenti.

Malgré ces possibilités, les chaudières à coke n'étaient pas très répandues à cause des obligations fréquentes d'entretien du feu, d'un rendement et d'une souplesse moins bons que ceux des unités modernes à grains anthracites, à mazout ou à gaz.

Au cours des dernières années, plusieurs modèles modernes pour l'utilisation du coke ont été mis sur le marché, spécialement pour une gamme de puissances allant de 300.000 à 2 ou 3 millions de kcal/heure.

Ces unités sont caractérisées par l'adjonction d'un magasin à combustible incorporé d'une capacité suffisante pour 24 heures de fonctionnement par grand froid, par un déchargement mécanique ou automatique des cendrées et mâchefers et par une régulation automatique de l'allure de fonctionnement.

Ce dernier point doit être bien étudié à cause de la tendance du coke à poursuivre la combustion même sous un faible tirage. Généralement, ces unités possèdent trois régimes de fonctionnement : l'un qui correspond à l'allure nominale lorsque le ventilateur de soufflage est en fonctionnement ; un second, lorsque le ventilateur est à l'arrêt, ouïe ouverte, et un troisième régime de grand ralenti lorsque le ventilateur est arrêté et l'ouïe bien obturée. Ce ralenti peut être réglé à volonté, mais manuellement suivant la position de fermeture de l'ouïe. C'est le cas de la chaudière française Nordon SD et de la chaudière hollandaise Emma. La chaudière allemande Strebel, par contre, ne fait appel qu'au tirage naturel, mais réglé par des registres à commande automatique placés dans les boîtes à fumées.

En Belgique, l'utilisation du coke est peu répandue dans le domaine du chauffage central, probablement à cause des disponibilités du pays en anthracites et aussi de l'absence de telles unités sur le marché.

(9) Résumé établi par J. Renard.

## LES RECENTS MATERIELS AUTOMATIQUES DE CHAUFFAGE AU CHARBON (4.22) (9)

P. Bertrand,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

La communication a pour but de dégager l'évolution qui s'est manifestée en France au cours des dernières années dans le domaine des générateurs de chauffage automatiques à charbons de petits calibres et de décrire les innovations récentes.

Cette évolution est caractérisée par les objectifs suivants :

— augmenter l'automatisme du chargement et du déchargement des appareils ;

— augmenter les possibilités d'emploi des charbons de petits calibres et leur catégorie. La mécanisation dans les mines libère une plus grande quantité de charbons de petits calibres et les charbons à haute teneur en matières volatiles constituent la grande partie des réserves de combustible. On cherche donc à mettre sur le marché des chaudières polycombustibles ;

— augmenter la puissance unitaire des générateurs pour satisfaire les besoins des vastes groupes immobiliers, de plus en plus répandus et généralement chauffés par des chaufferies centrales de grande puissance.

Parmi les réalisations nouvelles, on peut signaler :

— l'équipement des chaudières classiques à grande chambre de combustion par un brûleur à charbon à vis sans fin avec prise automatique du combustible en soute suivant les besoins de chauffage ;

— la mécanisation du déchargement par manœuvre manuelle d'un levier extérieur qui commande le déplacement d'une sole mobile ou de poussoirs. Les mâchefers sont ainsi basculés dans un récipient hors du feu, mais à l'intérieur de la chaudière. Ils sont généralement enlevés au cycle suivant de déchargement, après leur refroidissement ;

— la chaudière Provence, dont le ventilateur souffle l'air total dans un capotage étanche qui entoure toute la chaudière, avant de servir à la combustion. Cette disposition nécessite des doubles portes au chargement et au ramonage, mais la chaudière est ainsi séparée de l'ambiance par un matelas d'air avec les avantages suivants : suppression des refoulements, suppression des pertes à l'ambiance, meilleur rendement ;

— la chaudière Emma-Socomas conçue pour la combustion des grains maigres, analogue à la chaudière Emma à cokes décrite dans la communication précédente. Des essais concluants ont montré que cette chaudière pouvait s'adapter avec de légères modifications à l'utilisation des charbons maigres d'un calibre varié de 0 à 120 mm et aussi à celle

des charbons gras classés, même avec des teneurs en cendres élevées. Cette dernière possibilité devient intéressante pour les chaufferies importantes, lorsque l'on peut automatiser l'alimentation et le déchargement ;

— la chaudière VATC qui caractérise bien l'évolution en cours par son automatisme complet et son aptitude à brûler une large gamme de combustibles tant en calibres qu'en catégories ou caractéristiques des cendres. La combustion est réalisée sur une sole plane, alimentée en combustible à partir d'un magasin supérieur. La descente du combustible dans le foyer se fait par un couloir vertical où le charbon descend par gravité s'il n'est pas cokéfiant, sinon par un poussoir d'alimentation à commande automatique. La combustion est entretenue par un ventilateur aspirateur, situé à la sortie de l'échangeur à faisceaux tubulaires. L'air primaire entre dans le foyer par une tuyère et l'air secondaire par deux conduits sous la sole. Une forte dépression est ainsi entretenue dans le foyer, favorisant une bonne turbulence et une grande vitesse des gaz de combustion à travers le faisceau tubulaire. Il en résulte un excellent échange calorifique. Les volantes sont éliminées dans un collecteur de fumée situé à la suite du faisceau tubulaire.

Devant la tuyère d'admission d'air, un poussoir de déchargement à commande automatique provoque, par un mouvement horizontal de va-et-vient, l'avancement progressif des cendrées et mâchefers sur la sole jusqu'à évacuation et l'alimentation en combustible sur l'emplacement ainsi dégagé.

Les poussoirs sont à commande hydraulique réglée par une horloge qui totalise les heures de marche du groupe aspirateur.

Cette chaudière est construite actuellement pour une gamme de puissance allant de 350.000 à 1 million de kcal/heure ;

— la chaudière Anthratube-Socomas, dérivée de la chaudière Anthratube Américaine, mais modifiée pour permettre une utilisation rationnelle des charbons anthracites européens. Le modèle américain nécessite en effet des charbons à cendres peu fusibles et peu courants en Europe.

Cette chaudière complètement automatique est construite dans la gamme des petites puissances et convient spécialement pour les grains 5/10 et 6/12 anthracites.

Le générateur comporte une trémie réservoir à charbon de faible capacité, alimentée régulièrement et automatiquement par un transporteur à hélice intérieure à axe creux. Le combustible s'écoule par

(9) Résumé établi par J. Renard.

gravité dans le foyer sur une sole pleine. L'air de combustion est aspiré par un ventilateur. Cet air se divise en deux parties, l'une qui sert d'air primaire traverse horizontalement toute la zone de feu, l'autre qui sert d'air secondaire passe sous la sole et vient se mélanger aux gaz de combustion à l'arrière de la zone de feu.

Les gaz chauds passent dans un échangeur annulaire où ils prennent un mouvement hélicoïdal

qui permet leur dépoussiérage. Le décendrage est réalisé par un sabot poussoir animé d'un mouvement horizontal de va-et-vient qui pousse les cendrées et mâchefers vers l'avant. Le décendrage est commandé par une came placée sur la vis d'alimentation en charbon. Toutefois, un thermostat placé sous la grille et soumis au rayonnement du bas du foyer suspend le mouvement du poussoir, tant que la température y dépasse une certaine valeur.

## ETUDE D'UN GENERATEUR DE CHAUFFAGE CENTRAL POLYCOMBUSTIBLE EN FONTE (4.23) (9)

M. Yribarren

L'évolution des conditions d'approvisionnement des foyers domestiques impose des solutions nouvelles pour compléter les solutions classiques.

On est ainsi amené à rechercher la mise sur le marché de chaudières polycombustibles, qui devraient répondre aux conditions suivantes :

- utilisation d'une gamme variée de combustibles, notamment les charbons anthracites, maigres, flambants, les cokes et les semi-cokes dans les calibres compris entre 5 et 50 mm ;
- puissance calorifique de 50.000 à 150.000 kcal/h ;
- autonomie de marche pendant 24 heures pour les conditions extrêmes ;
- automaticité aussi complète que possible.

Ce programme est bien réalisé actuellement par les chaudières modernes pour ce qui concerne les cokes et les charbons anthraciteux. Il s'agit du foyer en couche mince, grille inclinée et trémie-magasin qui alimente la combustion par gravité.

Les difficultés à vaincre se situent spécialement dans l'utilisation des charbons à haute teneur en matières volatiles :

- l'alimentation en air de combustion doit être différente ;
- sur la grille, il se forme des voûtes et des trous d'air ;
- l'alimentation en combustible peut s'enrayer par une cokéfaction à la base du magasin ; enfin, le feu peut s'étendre à la réserve.

Il est apparu naturel de prendre ces réalisations modernes comme point de départ pour les adapter à l'utilisation des charbons à haute teneur en matières volatiles.

Les essais ont montré que le point essentiel à résoudre était de réaliser une localisation rigoureuse de la zone en ignition. S'il existe entre la zone de combustion vive et la trémie une zone intermédiaire dans laquelle s'établit un gradient de température, on assiste à un développement naturel de l'agglutination, qui empêche l'alimentation régulière du foyer, et peut-être à l'extension du feu dans la trémie.

Cette constatation a conduit à écarter l'adjonction de barrières froides ou chicanes, qui ont généralement un effet contraire à celui espéré. On s'est dirigé avec succès vers la réalisation de dispositifs permettant de régler avec précision le niveau et la répartition des pressions dans toute l'enceinte du générateur pour tous les stades d'évolution du feu et pour toutes les allures de fonctionnement.

Le premier point fut de régler le tirage dans la chambre de combustion à une valeur faible et stable. Pour cela, on a adopté un tirage mécanisé. L'air secondaire fut aussi amené dans la chambre à une pression très faible, son débit ne pouvant varier que dans des proportions assez faibles mais suffisantes. Quant à l'air primaire, il ne pouvait pas être fourni uniquement par l'air atmosphérique. En effet, si la résistance au passage de l'air à travers la grille varie, il en résulte très rapidement une importante variation de la dépression dans le foyer et le niveau et la répartition des pressions sont rapidement modifiés. C'est pourquoi l'alimentation en air primaire et en air secondaire fut assurée par un ventilateur qui, en même temps, alimente l'éjecteur permettant de réaliser un tirage induit.

C'est ainsi que l'on a pu localiser exactement le feu pour toutes les conditions de fonctionnement et éviter les ennuis majeurs signalés ci-avant.

La Société Chappée a réalisé une chaudière suivant ces indications et les résultats obtenus sont très satisfaisants.

(9) Résumé établi par J. Renard.

## LA REGULATION DE L'EMISSION CALORIFIQUE DES CHAUDIERES (4.24) (9)

E. Bodmer,

Ingénieur E.P.Z.

Les buts de la régulation de l'émission calorifique des chaudières de chauffage central sont :

— d'assurer le confort thermique des habitants par la stabilité de la température résultante dans les locaux ou plus simplement la température sèche de l'air ;

— de réaliser une économie de combustible en adaptant le régime de fonctionnement des chaudières, la température du fluide chauffant et l'émission des corps de chauffe aux besoins instantanés de chauffage ;

— de remédier aux imperfections de la conduite manuelle des installations qui ne peut répondre aussi parfaitement et aussi rapidement aux exigences du confort et du rendement ;

— de remplir un rôle de sécurité, en empêchant un fonctionnement dangereux de l'installation.

Le problème de la régulation consiste à contrôler la température de l'air des locaux en agissant sur l'émission calorifique des chaudières. Une sonde extérieure ou intérieure détecte les fluctuations de la température et traduit les modifications constatées en une énergie qui commande le régulateur de l'émission calorifique.

Le système de régulation de l'émission calorifique des chaudières peut être :

— « par tout ou très peu », lorsque la commande provoque la mise en activité totale du foyer ou sa mise en veilleuse ;

— progressif, lorsque la commande peut imposer au foyer des fonctionnements à toutes les allures comprises entre l'allure nominale et la veilleuse ;

— par impulsions, lorsque le régulateur enregistre la tendance de variation de la sonde extérieure ou intérieure. La variation du régulateur est lente et ne se poursuit que si le déséquilibre de la sonde persiste pendant un temps suffisamment long. Le régulateur tend vers une position d'équilibre et le foyer fonctionne comme pour le système progressif.

Le réglage de l'émission calorifique se fait généralement en agissant sur la température de l'eau en circulation pour les chaudières à eau chaude et en agissant sur la pression de vapeur ou en émettant des trains de vapeur à pression constante de plus ou moins longue durée pour les chaudières à vapeur basse pression.

Dans le cas des chaudières à charbon, il faut donc agir sur l'alimentation en charbon et l'alimentation en air de combustion. Le système adopté est pratiquement toujours « par tout ou très peu », ce qui donne satisfaction car, dans les foyers automatiques, le combustible est brûlé sous une couche d'épaisseur constante et il suffit de régler une fois pour toutes les débits d'air et de charbon suivant les caractéristiques du combustible utilisé pour le fonctionnement à allure maximum. Lorsque le foyer est en veilleuse, la consommation est très faible et le rendement n'a pratiquement pas d'influence.

Dans les foyers à alimentation du charbon par gravité, il suffit d'agir uniquement sur les discontinuités du débit d'air. Le charbon alimentera automatiquement le foyer suivant l'avancement de la combustion. L'accumulation des cendrées et mâchefers peut modifier, après un certain temps, les conditions de fonctionnement et leur évacuation manuelle est nécessaire à intervalles réguliers pour maintenir des conditions moyennes similaires. Si le décentrage est automatique, il est évidemment possible de maintenir des conditions de fonctionnement plus régulières et donc améliorer encore la combustion.

Dans certains foyers, l'alimentation en combustible se fait par un mécanisme qui peut être le même ou indépendant de celui qui commande l'air de combustion. Il faut alors faire un réglage préalable des débits d'air et de charbon suivant la qualité de celui-ci. Certains de ces foyers sont dotés de dispositifs de réglage automatiques du débit d'air en fonction du débit de charbon en tenant compte de la résistance opposée à l'air par la couche en ignition. Un dispositif de ce genre est réalisé par un registre, placé sur l'ouïe d'aspiration du ventilateur et qui se déplace automatiquement suivant la résistance rencontrée par l'air dans le foyer.

Pour réduire l'émission calorifique en régime de veilleuse, un dispositif analogue est parfois utilisé pour obturer complètement l'ouïe du ventilateur.

Si le temps de fonctionnement en veilleuse est assez long, dans certaines installations il est parfois fait usage d'un dispositif automatique d'entretien du feu, commandé soit par la température des fumées, soit par une minuterie.

Enfin, il est souvent utile d'équiper les chaudières de chauffage d'un régulateur de tirage, ce qui permet d'agir avec plus de précision sur le débit d'air de combustion.

## LA FLAMME DE CHARBON PULVERISE DANS LES FOURS ROTATIFS A CIMENT (4.26) (10)

A. Folliot

La première partie « Description sommaire d'un four rotatif à ciment » est très bien rédigée, sous forme concise, parfaitement claire et qui ne pourrait être reprise qu'in extenso.

Cette description se rapporte aux cimenteries françaises où l'on utilise couramment les charbons à 20 - 25 % de M.V. et 20 - 25 % de cendres.

Dans les cimenteries belges, on utilise des charbons dont la teneur en M.V. est souvent nettement inférieure à 15 %, très cendreuse, et même parfois en partie des schistes de terrils à 30 - 40 % de carbone.

La finesse de broyage doit être poussée dans ce cas à 90 - 94 % passant au tamis de 4.900 mailles, et non 80 à 90 % comme le cite le rapporteur.

Pour ce qui concerne « Tuyère et air primaire », l'exposé déjà résumé qui s'y rapporte pourrait être complété dans le cas des cimenteries belges.

Les fours modernes belges comportent des tuyères télescopiques et orientables par rapport à l'axe du four dans le but de pouvoir situer au mieux la flamme dans la zone de combustion.

Le rapporteur souligne avec raison que c'est en fait le cuiseur qui conduit le four et qui estime l'opportunité d'un changement de réglage d'après l'examen visuel de l'intérieur du four, du comportement et de l'état de ramollissement de la matière.

Les appareils de conduite automatique sont pratiquement inapplicables et seule une série d'appareils de contrôle aide à juger de l'état d'équilibre du four.

Le rapporteur ne le dit pas, mais cette situation résulte du fait que la matière n'arrive pas dans la zone de cuisson d'une façon régulière et que le cuiseur doit faire face, soit à une diminution de la quantité de matière, soit à des « avalanches » dans la zone de cuisson où il est nécessaire de maintenir l'équilibre thermique.

La partie relative à « L'étude scientifique de la transmission de chaleur de la flamme à la matière » constitue une contribution intéressante à la technique de combustion.

Le rapporteur signale qu'il était admis il y a quelques années qu'aux températures de 1400 à 1500° C, la transmission de chaleur se fait essentiellement par rayonnement, la part de la convection n'excédant jamais 10 %.

Afin d'étudier les phénomènes qui s'y passent et comme le four constitue une capacité complètement close et tournante, des ouvertures ont été pratiquées sur un four tournant de moyenne puissance, qui ont permis de relever les températures dans les différentes zones et de dresser les courbes données dans le texte.

Ces expériences ont permis de conclure que le facteur d'émission était voisin de l'unité.

Les résultats obtenus ne concordent pas avec ceux donnés par le calcul classique du facteur d'émission, soit une valeur de 0,4 très inférieure à la valeur mesurée.

La Société du rapporteur a jugé intéressant de s'associer aux travaux consacrés à IJmuiden à l'étude du rayonnement de la flamme. Ces études ont confirmé que le facteur d'émission était très élevé et que le flux rayonné augmente lorsque la quantité d'air primaire diminue. Or, la pratique des fours à ciment prouve qu'en même temps que diminue l'air primaire et croît l'énergie rayonnée, diminue la production du four : autrement dit, la chaleur cédée par la flamme décroît.

Le rapporteur conclut : Ce résultat évidemment paradoxal n'est pas isolé : nous savons que des constatations analogues ont été faites sur le four Martin. S'il est en contradiction avec nos idées actuelles, il n'y a pas lieu de s'en désoler : il peut être, au contraire, à la source d'études dont les conséquences classiques seront importantes pour l'utilisation plus rationnelle de nos combustibles.

## EVOLUTION DU CHAUFFAGE DES FOURS CERAMIQUES PAR LES COMBUSTIBLES SOLIDES (4.27) (10)

J. Massie Y.E.,

Ingénieur E.N.S.C.I.,

Ingénieur à la Société Française de Céramique.

La céramique, une des plus vieilles industries connues, nécessite un fort appoint d'énergie sous forme de combustible, et cela spécialement pour la cuisson.

Les températures à obtenir varient dans d'assez fortes limites, suivant qu'il s'agit de faïence, de poterie, de produits sanitaires, de grès ou de porcelaine.

La température optimale varie également suivant qu'il s'agit de pâte, d'émail ou de décor.

(10) Résumé établi par J. Lorneau.

Il existe différents types de fours, les premiers encore fort répandus et appelés fours intermittents, ensuite les fours à feu mobile et actuellement les fours tunnels, de plus en plus utilisés.

Le charbon est, soit chargé dans les alendiers des fours, soit utilisé au moyen de foyers automatiques à vis, soit transformé en gaz par l'intermédiaire de gazogènes plus ou moins perfectionnés.

Des enquêtes statistiques effectuées de 1953 à 1956, il ressort que la production n'a fait qu'augmenter, mais que la consommation en charbon est restée plus ou moins constante, tandis que celle des autres combustibles, à savoir le fuel-oil, l'électricité ou le gaz, a presque doublé pendant cette période.

En 1953, la consommation en charbon représentait 82 % de la consommation totale en combustible dans cette industrie. En 1956, elle n'était plus que de 69 %.

Si l'on examine les causes de régression d'utilisation du charbon, il convient tout d'abord de noter

que, dans l'industrie céramique, la main d'œuvre intervient pour environ 60 % dans le prix de revient et les industriels tendent tout spécialement à réduire les frais de personnel en rendant automatique le plus grand nombre possible d'opérations.

Le charbon est malheureusement désavantagé vis-à-vis des autres combustibles, quel que soit le point de vue auquel on se place, soit manutention, soit qualité des produits, soit propreté des usines.

D'autre part, le chauffage au gaz de gazogène, plus intéressant que le chauffage direct au charbon, n'a pas pris d'extension, étant donné que l'industrie céramique est extrêmement divisée et constituée de petites unités.

La situation pour les fournisseurs de charbon n'est pas désespérée, mais ces derniers devraient collaborer avec les utilisateurs en vue de revoir tout spécialement les principes de la manutention du charbon.

## LES FINES DE HOUILLE DANS LA FABRICATION DES PRODUITS DE TERRE CUITE (4.28) (10)

V. Bodin

L'industrie des produits de terre cuite nécessite une importante consommation de calories pour le séchage et la cuisson.

La teneur en eau du produit plastique avant séchage se situe entre 20 et 30 % sur sec.

La température de cuisson est de l'ordre de 900 à 1000° C, mais peut dans certains cas atteindre 1200° C. Avec le charbon apparaît la cuisson en meule, avec toutefois comme résultat de cuisson beaucoup de briques fendues, déformées ou incuites.

Le four continu à feu mobile constitua un énorme progrès en permettant des productions plus considérables et en réduisant la consommation. Breveté en 1870 par Hoffmann, ce four réalise une double récupération, l'air de combustion étant réchauffé sur les produits en refroidissement et les fumées étant refroidies au contact des empilages frais qu'elles échauffent.

Depuis 25-30 ans, ces fours sont habituellement équipés d'appareils d'alimentation automatique utilisant des fines grasses.

Actuellement, il existe des fours tunnels pouvant également être alimentés en charbon et de préférence sous forme de grains lavés au moyen de foyers automatiques à vis ou même de grilles.

Le séchage qui précède la cuisson nécessite de l'air chaud, les fumées en provenance des fours sont à déconseiller en raison des tâches et efflorescences qu'elles font apparaître sur les produits.

Une certaine récupération sur les fours est cependant possible; le complément de calories provient d'un appareil producteur d'air chaud, pouvant être équipé également de foyers automatiques à charbon.

En résumé, les fours de cuisson à feu mobile continuent à être un débouché intéressant par l'utilisation de fines lavées 0 - 10, 0 - 15, 0 - 20, à longues flammes et à faible teneur en cendres et dont le P.C.I. est de l'ordre de 7.000 calories.

*Commentaires.*

L'auteur s'attarde sur les fours Hoffmann alors que progressivement ceux-ci sont remplacés par des fours tunnels plus économiques et chauffés, soit au charbon avec des foyers automatiques à vis, soit aux huiles lourdes.

(10) Résumé établi par J. Lorneau.

## LA CONDUITE AUTOMATIQUE DES FOYERS DE GRANDE PUISSANCE (5.02) (11)

P. Sénéchaut et R. Chaussard,

Ingénieurs à l'Electricité de France.

Les auteurs de cette communication rappellent, dans leur introduction, que la conduite automatique de la chauffe contribue à la possibilité d'installer du matériel de puissance unitaire de plus en plus

élevée. Ils indiquent succinctement les principes et les modes de réglage employés à l'Electricité de France, le texte étant complété par des schémas des différentes combinaisons employées.

TABLEAU I.

Paramètre à régler	Paramètre réglant	Organe commandé	Observation
Niveau de l'eau dans les chaudières	Action combinée du niveau et de l'écart des débits d'eau et de vapeur	Vanne d'alimentation - vitesse des pompes alimentaires	Asservissement des impulsions des commandes de chacune des pompes
<i>Combustion</i> a) Débit de charbon	Débit de vapeur et pression de la vapeur surchauffée	Vitesse des distributeurs de charbon	Asservissement des impulsions de chacun des distributeurs  L'humidité du charbon peut apporter des perturbations à ce réglage — L'emploi de détecteur de manque de débit de charbon n'est pas au point.
b) Air primaire	Débit de vapeur et pression de la vapeur surchauffée	Registre d'air primaire	
Air de combustion	Rapport débit de vapeur au débit d'air corrigé par la teneur en oxygène des fumées	Registre d'air ou ventilateur à variations d'aubes ou variateur de vitesse	La correction par l'oxygène est délicate à cause de l'encrassement des prises et des conduites de gaz
Dépression du foyer	Déprimomètre	Variation de l'inclinaison des ventelles du ventilateur de tirage	
Température de surchauffe de la vapeur	Action combinée de la température de la vapeur surchauffée et du débit de combustible	Vanne d'injection de l'eau de désurchauffe	Les auteurs estiment que la salissure de la vapeur par l'eau injectée n'est plus à craindre compte tenu de l'excellence de l'eau d'appoint actuellement obtenue.
Resurchauffe	Température de la vapeur de resurchauffe et débit du combustible	— Inclinaison des brûleurs et vanne d'inject. d'eau — On emploie aussi des registres de répartition des fumées traversant le surchauffeur et le désurchauffeur — ou le recyclage des fumées	

Ces combinaisons font usage des trois modes de réglage : action proportionnelle, action d'arrivée et action intégrale.

Quand les engins d'alimentation des chaudières (soit pompes alimentaires, soit broyeurs, etc...) doivent être mis en parallèle, il y est ajouté des dispositifs d'asservissement afin d'assurer leur stabilité de marche.

Le tableau I qui précède précise quelque peu les généralités ci-dessus.

Parlant de l'évolution de la conduite de chauffe automatique, les auteurs, tout en signalant que l'appareillage est souvent délicat, pensent que l'introduction des machines électroniques dont la mise au point est en cours, permettra l'établissement automatique quasi intégral du contrôle et de la surveillance des installations, y compris l'établissement du bilan.

\* \* \*

Cette perspective d'avenir amène, semble-t-il, le commentaire suivant :

L'automatisme vise en fait le personnel de conduite : pompiers, chauffeurs, manutention des combustibles, wattmen.

Ce personnel va tendre de plus en plus à des degrés divers vers des fonctions de surveillance des tableau et pupitres de plus en plus fournis.

Il devra toutefois pouvoir reprendre à tout instant la conduite manuelle des engins dont l'automatisme serait en difficulté et il aura à conserver de ce fait toutes ses connaissances techniques actuelles, avec la différence que la fréquence d'utilisation sera très réduite. Ce seront en fait des connaissances à l'état potentiel. Leur information en usine aura peut-être à tenir compte de cette situation.

En outre, la complexité de plus en plus grande des circuits automatiques entraînera des exigences accrues de clarté dans la disposition des appareils et dans la facilité de recherche et d'élimination des défauts de l'appareillage automatique.

La main-d'œuvre qui s'occupera du montage et de l'entretien devra être de plus en plus soigneuse, attentive et de qualité quant à sa formation technique.

L'automatisme ne va-t-il pas créer à brève échéance des problèmes de formation des techniciens et des ingénieurs actuellement en place ? On ne peut que louer à cette occasion la création d'un enseignement post-universitaire tel qu'en a organisé la Faculté Polytechnique du Hainaut à Mons, en accord avec l'Institut Belge de Régulation et d'Automatisme. L'orientation vers des séances de spécialisation par groupe d'industries serait peut-être souhaitable, les problèmes de régulation des chaudières, par exemple, intéressant moins les spécialistes des machines-outils et vice versa.

## LES ESSAIS DES CHAUDIERES DE CHAUFFAGE (5.03) (12)

Professeur G. Burnay

(Université de Liège).

Le souci de ménager les disponibilités de combustible a favorisé ces dernières années, et particulièrement au lendemain de la guerre, la recherche d'une meilleure utilisation. L'un des moyens pour atteindre ce but consistait à améliorer les chaudières de chauffage, dans leur rendement autant que dans leur souplesse de fonctionnement, qui commande leur adaptation aux conditions particulières de service dans les divers types d'installations. Des essais systématiques de chaudières ont été exécutés, qui ont permis de déterminer pour chacun des appareils examinés la puissance dans tout le domaine d'utilisation et le rendement thermique correspondant ; ces essais ont été à l'origine d'une amélioration générale de la qualité et de l'économie des chaudières offertes sur le marché belge.

L'expérience acquise au cours de dix années de travaux orientés dans cette voie au Laboratoire de Thermodynamique de l'Université de Liège a servi de base à la rédaction d'une norme nationale — NBN 254 — applicable aux essais en laboratoire ; elle permettra bientôt l'élaboration de prescriptions complémentaires, relatives à certains régimes particuliers de fonctionnement.

L'essentiel de l'exposé de Monsieur le Professeur Burnay vise à l'étude critique des méthodes et des moyens mis en œuvre dans de pareils essais ; il dégage ceux qui, passés au crible de l'expérience, ont été choisis ou recommandés en vue d'obtenir des résultats complets et précis. La nécessité d'y exercer un esprit critique constamment en éveil, avec le souci d'améliorer sans cesse la précision et la sécurité des mesures imposées et des appareils qui les fournissent, sont parfaitement mis en évidence, par une analyse détaillée des causes d'erreurs inhérentes à chaque méthode.

(11) Résumé établi par J. Godfroid.

(12) Résumé établi par E. Buchet, Assistant à l'Université de Liège.

Deux méthodes s'affrontent en effet pour résoudre le problème posé, selon qu'il s'agit de déterminer le rendement ou la puissance.

La *méthode directe* consiste à mesurer, d'une part, l'accroissement d'enthalpie du fluide chauffé, d'autre part, la détermination de l'énergie disponible dans le combustible utilisé. Ceci nécessite la connaissance du pouvoir calorifique du combustible, mais exige aussi la mesure délicate du poids de combustible effectivement consommé. C'est un inconvénient sérieux, s'il s'agit de déterminer le rendement avec quelque précision.

La *méthode indirecte* est en fait basée sur le bilan thermique de l'essai, qui exprime l'équivalence entre l'énergie disponible au foyer — libérée par la combustion, — et la quantité de chaleur utile augmentée des différentes pertes : chaleur sensible des fumées, imbrûlés gazeux et solides, échanges avec l'ambiance... La détermination des pertes permet de chiffrer avec précision le rendement, tout en échappant largement à la nécessité d'évaluer la quantité de combustible effectivement consommé. En revanche, le calcul de la puissance utile de la chaudière à partir de ces résultats serait souvent entaché d'erreur.

Dans le cas particulier des combustibles solides, la consommation effective est particulièrement difficile à déterminer pour les motifs suivants :

— il est malaisé d'obtenir et de contrôler l'identité des états initial et final de la couche de charbon en ignition dans le foyer ;

— cet inconvénient est d'autant plus grave que la capacité en combustible du foyer est souvent importante par rapport à la consommation entre décrassages consécutifs ;

— les opérations de décrassage et de chargement sont difficilement reproductibles.

La prolongation de la durée d'essai ne résout pas ce problème. D'autre part, l'essai sur pont de pesage introduit d'autres causes d'erreurs évidentes, quelles que soient les précautions prises.

Au terme d'une analyse approfondie de ce problème, on est inéluctablement conduit à la conclusion qu'il s'impose en général de déterminer soigneusement par les mesures faites tous les postes du bilan thermique, le bouclage de ce bilan donnant accès à la consommation effective de combustible, qui fournira par recoupement avec les observations faites une indication de la précision obtenue par l'ensemble des opérations.

Cette importante partie de l'exposé est suivie d'indications générales précieuses sur les dispositions à prendre afin de contrôler les conditions opératoires aussi parfaitement que possible et d'effectuer les mesures requises dans des conditions correctes et sûres : dissipation de la chaleur utile en circuit fermé, avec mesure du débit et des températures en cause, complétées chaque fois d'une mesure de recoupement ; calcul de la perte à l'ambiance à partir d'un relevé systématique des températures superficielles au massif de la chaudière, etc. Les mesures nécessaires pour la détermination de chacun des postes du bilan thermique sont passées en revue et analysées successivement, en vue de dégager les caractères essentiels de recommandations adéquates.

Il faut mentionner que l'activité du Laboratoire de Liège s'étend aux chaudières à combustible liquide. Un programme en cours de développement cherche à définir les dispositions à recommander au cours des essais en marche intermittente, dans le cas des foyers spéciaux à décrassage automatique, etc, compte tenu des dispositifs utilisés pour la régulation et l'automatisme du fonctionnement.

## LES ESSAIS DES GENERATEURS DES CENTRALES THERMIQUES (5.03 bis) (12)

Professeur G. Burnay

(Université de Liège).

La seconde communication a trait aux essais de générateurs de vapeur. Les principes qui ont été dégagés précédemment peuvent être utilement considérés dans le cadre de cette question. Bien que disposant de documents et d'une expérience pratique plus limitée en ce domaine, l'auteur a pu, en mettant en parallèle les deux méthodes générales directe et indirecte, énoncer une série d'idées directrices et de remarques judicieuses qui sont de nature à réduire la marge d'incertitude résiduelle,

concernant les résultats des essais de générateurs de centrales thermiques. Cet objectif ne pourra être atteint qu'avec le souci constant de maîtriser tous les éléments du bilan, en réduisant toutes les causes d'erreurs et en détectant toutes les défaillances des appareils de mesure utilisés.

Ici encore, l'établissement du bilan complet évite de masquer au moyen d'un poste « pour balance » des erreurs parfois graves commises dans l'évaluation de l'un ou l'autre poste.

La comparaison des deux méthodes d'essais appelle les remarques suivantes :

(12) Résumé établi par E. Buchet, Assistant à l'Université de Liège.

— il est moins facile et plus impérieux encore de bien délimiter le système, relié à des circuits plus complexes de gaz et de vapeur avec échangeurs multiples et parfois recyclages ;

— les imbrûlés solides sont plus diversifiés et doivent être évalués en fractions séparées ;

— les imbrûlés gazeux sont souvent inexistant, mais il faut le vérifier ;

— la consommation de combustible peut être inaccessible, ou dans d'autres cas mesurable avec une précision meilleure que pour les chaudières de chauffage ; on n'échappe cependant pas à certaines incertitudes, notamment en ce qui concerne la capacité thermique du foyer ;

— le débit du fluide chauffé relève de mesures plus délicates pour une même précision.

Il convient de noter ici que le rendement énergétique du générateur devra être pris en considération, ce qui implique l'examen approfondi des ca-

ractéristiques de son fonctionnement interne. D'autres problèmes posent d'ailleurs des exigences du même ordre, tels : l'analyse du rendement en marche discontinue, le contrôle de stabilité de la régulation, etc... dont l'examen doit être entrepris conjointement à l'exécution des essais.

\* \* \*

Monsieur le Professeur Véron, Président de ces Journées a tenu à souligner l'originalité de cet exposé d'un projet pourtant presque classique, « renouvelé » par l'auteur sur deux points essentiels :

— l'énonciation très claire des principes des deux méthodes « qui n'avaient jamais été mis en évidence de manière aussi lumineuse... »

— les recoupements systématiques des mesures essentielles, et l'introduction de « tronçons de mesure » adéquats préalablement étudiés.

## LES PROBLEMES DE CORROSION DES ACIERS PAR LES ATMOSPHERES DE COMBUSTION AUX TEMPERATURES ELEVEES (5.05) (13)

J. Moreau,

Ingénieur-Docteur,  
Ingénieur à l'I.R.S.I.A.

Lorsqu'un métal est mis en présence d'une atmosphère gazeuse à haute température, de nombreuses réactions superficielles peuvent se produire séparément ou simultanément, parmi lesquelles, en premier lieu, les réactions d'oxydation ; c'est à celles-ci que se heurtent les industries transformatrices et utilisatrices. Il ne faut cependant pas négliger les réactions par les atmosphères sulfureuses, oxydantes ou réductrices, la carburation ou la décarburation.

L'exemple pratique de corrosion est le calaminage des aciers au cours du réchauffage nécessaire avant laminage ou forgeage.

L'auteur examine deux cas.

### I. — Calaminage des lingots.

Les essais ont porté sur le réchauffage des lingots de qualités différentes dans des fours Pits chauffés au gaz de haut fourneau. Il se forme pendant le réchauffage une couche de calamine due, en grande partie, à l'oxydation superficielle et qui est fonction des temps de chauffage et d'égalisation.

La calamine présente une différence de compacité entre les régions en contact avec l'atmosphère et celles proches du métal. Alors que la première est très brillante et très compacte, la seconde est poreuse et friable.

(13) Résumé établi par J. Lorneau.

En plus des oxydes  $Fe_2O_3$  -  $Fe_3O_4$  et  $FeO$ , on rencontre, dans la couche profonde, de grosses inclusions de fayalite  $Fe_2SiO_4$  qui provient de la couche d'impuretés non métalliques silicatées provenant de la lingotière.

### II. — Calaminage des billettes.

Des essais ont été faits sur un acier Martin mi-dur dont des billettes ont été envoyées aux différentes usines participant aux essais.

L'examen des calaminages a attiré l'attention sur la possibilité de nombreuses réactions au sein du métal en dehors de la formation de toute calamine externe. Parmi ces réactions, l'auteur en a étudié deux : la contamination interne et la décarburation.

#### 1) Contamination interne.

Sous la couche de calamine externe, il apparaît une précipitation d'oxyde dont l'aspect varie suivant l'épaisseur.

Il est à signaler que seuls les fours chauffés au mazout donnent naissance à des inclusions sulfurées nombreuses. D'autre part, on constate que plus la pression partielle d'oxygène dans le four est faible, plus l'épaisseur de la couche interne est importante ; parallèlement, plus la pression d'oxygène est élevée, plus la calamine externe est épaisse.

## 2) Décarburation.

Parallèlement à la contamination, le réchauffage d'un acier dans une atmosphère de combustion, même faiblement oxydante, peut conduire à une décarburation superficielle notable.

D'après les essais réalisés, il semble que le pouvoir oxydant de l'atmosphère influe assez peu, seules la température et la durée de réchauffage sont déterminantes.

L'auteur conclut en attirant l'attention sur la complexité du phénomène de corrosion ; en dehors de la calamine bien connue, on devra tenir compte de la contamination du métal sous-jacent et de sa décarburation par l'oxygène. L'utilisation d'atmosphère contrôlée pourra peut-être s'appliquer très prochainement dans le domaine particulier du réchauffage.

## Commentaire.

L'auteur a étudié le phénomène de corrosion des aciers, lors du réchauffage, par des essais effectués sur des fours chauffés au gaz, au mazout ou au charbon.

Il conclut en attirant l'attention sur l'intérêt d'utiliser des atmosphères contrôlées dans le cas du réchauffage.

Il convient de faire remarquer que l'auteur n'a pas fait mention d'un nouveau type de four : le four chauffé par résistors électriques et qui permet de réchauffer les aciers dans une atmosphère réductrice et réduisant ainsi pratiquement à zéro l'oxydation et la décarburation du métal.

---

# L'Industrie Charbonnière belge pendant l'année 1957

Statistique sommaire et résultats provisoires

par A. VANDENHEUVEL

Directeur général des Mines.

# De Belgische Steenkolenijverheid tijdens het jaar 1957

Beknopte statistiek en voorlopige uitslagen

door A. VANDENHEUVEL

Directeur-Generaal van het Mijnwezen.

Le présent travail donne, en attendant la publication d'éléments plus détaillés et plus précis dans la « Statistique annuelle des industries extractives et métallurgiques », un aperçu de la marche de l'industrie charbonnière belge au cours de l'année 1957.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que les données qui suivent ne sont pas définitives.

Les modifications apportées depuis 1954 aux statistiques relatives à l'industrie charbonnière, suivant les recommandations de la division des Statistiques de la Haute Autorité de la C.E.C.A. ont été signalées lors de la publication de la statistique provisoire des exercices 1954 et 1955 et les commentaires correspondants en dégagèrent l'importance et l'influence sur la continuité des séries statistiques.

Le lecteur pourra au besoin se reporter aux livraisons des « *Annales des Mines* » de mai 1955 et de mai 1956.

## Production de houille.

(Voir tableaux n<sup>os</sup> 1 et 2)

La production nette de houille a été en 1957 de 29.001.340 tonnes, contre 29.460.950 en 1956 et 29.919.670 tonnes en 1955 (chiffres définitifs pour 1956 et 1955). Au cours de ces mêmes années, les charbonnages ont en outre récupéré d'anciens terrils respectivement 201.231 tonnes (1957), 94.050 tonnes (1956) et 59.270 tonnes (1955) de produits marchands.

La définition belge de la production nette a été adoptée par la Haute Autorité; elle se distingue par le fait que les produits cendreux (mixtes, schlamm, poussières bruts) sont compris dans le total tonne pour tonne et sont comptabilisés au moment de leur production.

Le tableau n<sup>o</sup> 1 permet de se rendre compte de l'allure de la production mensuelle.

In afwachting dat uitvoeriger en nauwkeuriger gegevens in de « Jaarlijkse statistiek van de extractieve nijverheden en van de metaalnijverheid » zullen gepubliceerd worden, geeft dit werk een kijk op de Belgische steenkolenijverheid in de loop van het jaar 1957.

De aandacht van de lezer wordt er op gevestigd dat de hiernavolgende gegevens niet definitief zijn.

De wijzigingen die sedert 1954, op aanbeveling van de afdeling voor Statistieken van de Hoge Autoriteit van de E.G.K.S., aan de statistieken van de steenkolenijverheid aangebracht werden, werden reeds aangeduid bij de publikatie van de voorlopige statistiek over de dienstjaren 1954 en 1955 en in de begeleidende kommentaar werd de belangrijkheid ervan en hun invloed op de continuïteit van de statistische reeksen in het licht gesteld.

De lezer wordt verzocht desnoods de « *Annalen der Mijnen* » van mei 1955 en mei 1956 te raadplegen.

## Produktie van steenkolen.

(Zie tabellen 1 en 2).

In 1957 bedroeg de nettoproductie van steenkolen 29.001.340 ton tegen 29.460.950 ton in 1956 en 29.919.670 ton in 1955 (definitieve cijfers voor 1956 en 1955). Gedurende die jaren hebben de kolenmijnen bovendien uit oude steenstorten onderscheidenlijk 201.231 ton (1957), 94.050 ton (1956) en 59.270 ton (1955) verkoopbare produkten gewonnen.

De Belgische bepaling van de nettoproductie werd door de Hoge Autoriteit aangenomen; zij onderscheidt zich door het feit dat de voortbrengselen met hoog asgehalte (mixtekolen, schlamm, ongewassen stofkolen) voor het volle gewicht in het totaal begrepen zijn en op het ogenblik van de voortbrenging aangerekend worden.

Tabel 1 geeft een overzicht van de maandelijksse produktie.

TABLEAU N<sup>o</sup> 1 — TABEL 1

## PRODUCTION MENSUELLE DE HOUILLE PAR BASSIN

## MAANDELIJKSE STEENKOLENPRODUKTIE IN DE VERSCHILLENDE BEKKENS

1.000 t

MOIS — MAAND	Borinage	Centre	Charleroi-Namur	Liège	Campine	Royaume
	Borinage	Centrum	Charleroi-Namen	Luik	Kempen	Het Rijk
<i>1957</i>						
I . . . . .	325,4	297,0	588,2	376,8	829,7	2 417,1
II . . . . .	332,9	295,8	582,9	361,0	820,5	2 393,1
III . . . . .	349,2	303,3	606,4	381,6	896,6	2 537,1
IV . . . . .	333,9	303,5	614,9	376,9	839,8	2 469,0
V . . . . .	346,9	317,8	599,1	383,4	889,4	2 536,6
VI . . . . .	342,3	290,6	574,0	344,3	833,3	2 384,5
VII . . . . .	263,2	222,2	442,1	281,6	852,3	2 061,4
VIII . . . . .	333,1	286,2	545,1	356,5	866,0	2 386,9
IX . . . . .	309,5	267,1	539,1	324,7	748,5	2 188,9
X . . . . .	356,8	301,9	641,6	388,8	970,3	2 659,4
XI . . . . .	370,0	301,6	604,0	366,3	893,2	2 535,1
XII . . . . .	340,8	283,9	620,5	380,7	891,4	2 517,3
Totaux des relevés mensuels 1957 Tot. van de maand. cijfers in 1957	4 004,0	3 470,9	6 957,9	4 322,6	10 331,0	29 086,4
<i>Production en 1957</i> (chiffres provisoires rectifiés)	4 004,0	3 470,9	6 872,8	4 322,6	10 331,0	29 001,3
<i>Produktie in 1957</i> (Voorlopige verbeterde cijfers)						

L'écart entre le total des relevés mensuels et le chiffre provisoire rectifié de la production annuelle du bassin de Charleroi-Namur et du Royaume provient de ce que les charbons récupérés d'anciens terrils par les charbonnages de ce bassin durant la période janvier-avril étaient compris dans la production mensuelle de ces quatre mois pour un tonnage global de 85.100 tonnes.

L'apport du bassin de la Campine à l'extraction totale du Royaume a évolué comme suit au cours des dix dernières années :

1948 : 29,8 %	1953 : 31,5 %
1949 : 28,6 %	1954 : 31,7 %
1950 : 29,7 %	1955 : 33,8 %
1951 : 31,2 %	1956 : 35,4 %
1952 : 32,0 %	1957 : 35,6 %

L'importance relative du bassin de la Campine, dans la production nationale, continue de croître.

Le recul de l'extraction en 1957 par rapport à 1956 affecte principalement les bassins du Centre et de Liège et, dans une moindre mesure celui de Campine, comme le montre le tableau comparatif ci-dessous :

Het verschil tussen de som van de maandelijks produktiecijfers en de verbeterde voorlopige jaarproduktie is voor het bekken van Charleroi-Namen en voor heel het Rijk te wijten aan het feit dat de kolen die in genoemd bekken uit oude steenstorten gewonnen werden van januari tot april bij de maandproduktie werden gerekend ; zij bedroegen samen 85.100 ton.

Het aandeel van het Kempisch bekken in de totale produktie is tijdens de jongste 10 jaren als volgt gestegen :

1948 : 29,8 %	1953 : 31,5 %
1949 : 28,6 %	1954 : 31,7 %
1950 : 29,7 %	1955 : 33,8 %
1951 : 31,2 %	1956 : 35,4 %
1952 : 32,0 %	1957 : 35,6 %

De betrekkelijke belangrijkheid van het Kempisch bekken t.a.v. de nationale produktie blijft toenemen.

In vergelijking met 1956 is de winning in 1957 het meest gedaald in het Centrum en in het bekken van Luik en in mindere mate in het Kempisch bekken, zoals uit onderstaande tabel blijkt :

BASSINS — BEKKENS	Production de Produktie in 1956 (1 000 t) (1)	Production de Produktie in 1957 (1 000 t) (2)	Différence Verschil (1 000 t)
Borinage . . . . .	3 987	4 004	+ 17
Centre — Centrum . . . . .	3 598	3 471	— 127
Charleroi-Namur — Charleroi-Namen . . . . .	6 877	6 873	— 4
Liège — Luik . . . . .	4 531	4 322	— 209
Sud — Zuiderbekkens . . . . .	18 993	18 670	— 323
Campine — Kempen . . . . .	10 468	10 331	— 137
Royaume — Het Rijk . . . . .	29 461	29 001	— 460

(1) Chiffres définitifs — Definitieve cijfers.  
 (2) Chiffres provisoires — Voorlopige cijfers.

**Nombre de jours ouverts  
et production moyenne par jour ouvré**

Dans un siège déterminé un jour est dit « ouvré » lorsque l'effectif normal du fond a été appelé au travail et qu'il y a eu extraction.

Pour un ensemble de sièges, la pondération est faite par rapport au nombre d'ouvriers inscrits au fond à chaque siège.

Le nombre moyen de jours ouverts de l'année 1957 a varié, suivant les bassins, entre 275,97 et 286,18. Pour l'ensemble des charbonnages, il a été de 279,46.

**Aantal gewerkte dagen  
en gemiddelde produktie per gewerkte dag**

In een bepaalde zetel noemt men « gewerkte dag » iedere dag waarop het normaal aantal in de ondergrond ingeschreven arbeiders verzocht is te werken en waarop kolen opgehaald worden.

Voor verscheidene zetels samen geschiedt de weging in verhouding met het aantal in iedere zetel ingeschreven ondergrondse arbeiders.

Het gemiddeld aantal in 1957 gewerkte dagen schommelde van het ene bekken tot het andere van 275,97 tot 286,18. Voor alle kolennijnen samen bedroeg het 279,46.

TABLEAU N° 2 — TABEL 2  
 NOMBRE DE JOURS OUVRES ET PRODUCTION MOYENNE PAR JOUR OUVRE  
 AANTAL GEWERKTE DAGEN EN GEMIDDELDE PRODUKTIE PER GEWERKTE DAG

MOIS MAAND	Borinage		Centre		Charleroi-Namur		Liège		Campine		Royaume	
	Prod. journ. Dagproduktie	Jours ouverts Gew. dagen										
	Borinage		Centrum		Charleroi-Namen		Luik		Kempen		Het Rijk	
1957												
I	13 901	23,41	12 881	23,06	24 634	23,88	15 751	23,92	34 976	23,72	102 161	23,66
II	14 618	22,77	13 021	22,72	25 477	22,88	15 834	22,80	37 293	22,00	105 982	22,58
III	14 692	23,77	12 931	23,49	26 375	22,99	16 014	23,83	35 865	25,00	106 156	23,90
IV	14 516	23,00	12 981	23,38	26 132	23,53	15 924	23,67	36 514	23,00	105 965	23,30
V	15 088	22,99	13 186	24,10	25 133	23,84	16 284	23,54	37 060	24,00	106 939	23,72
VI	15 002	22,82	12 728	22,83	25 054	22,90	15 844	21,73	36 229	23,00	105 136	22,68
VII	13 175	19,96	11 761	18,89	23 398	18,87	14 459	19,49	34 506	24,72	99 114	20,80
VIII	13 878	24,00	11 951	23,95	23 106	23,59	14 972	23,81	34 640	25,14	98 712	24,18
IX	14 222	21,76	11 902	22,44	23 612	22,83	14 848	21,87	32 716	22,88	97 542	22,44
X	13 781	25,89	11 640	25,94	24 067	26,66	15 258	25 48	36 124	26,86	101 235	26,27
XI	15 450	23,94	12 937	23,32	25 912	22,84	16 352	22,40	39 330	22,71	109 887	22,96
XII	15 060	22,63	12 992	21,85	27 062	22,93	15 983	23,82	38 507	23,15	109 593	22,97
1957	14 458	276,94	12 577	275,97	25 052	277,74	15 641	276,36	36 100	286,18	104 081	279,46

**Stocks de houille**  
(Voir tableau n° 3)

Le stock de houille qui n'atteignait plus que 179.200 tonnes au début de janvier a considérablement augmenté

**Voorraden steenkolen**  
(Zie tabel 3)

De voorraad steenkolen, die begin januari nog slechts 179.200 ton bedroeg, is in de loop van het jaar aan-

au cours de l'année et plus spécialement depuis le mois de juillet 1957. A la fin du mois de décembre, il atteignait 1 413 000 tonnes, soit plus de 13 jours de production. Cette évolution, qui s'est accentuée par la suite, ressort clairement du tableau suivant :

zienlijk gestegen en in het bijzonder sedert de maand juni 1957. Einde december bedroeg hij 1.413.000 ton, d.i. de produktie van meer dan 13 dagen. Deze evolutie, die sedertdien nog verergerd is, komt in onderstaande tabel duidelijk tot uiting :

TABLEAU N° 3 — TABEL 3  
EVOLUTION MENSUELLE DES STOCKS DE HOUILLE  
MAANDELIJKSE EVOLUTIE VAN DE STEENKOLENVOORRADEN

1.000 t

DATE MAAND	Borinage	Centre	Charleroi-Namur	Liège	Campine	Royaume
	Borinage	Centrum	Charleroi-Namen	Luik	Kempen	Het Rijk
1957						
1 - I . . . . .	26,9	28,8	54,8	45,2	23,5	179,2
31 - I . . . . .	30,8	32,3	58,4	45,2	43,2	209,9
28 - II . . . . .	31,0	36,9	57,8	46,3	37,4	209,4
31 - III . . . . .	37,2	42,4	52,0	44,0	42,8	218,4
30 - IV . . . . .	40,0	40,9	60,8	46,4	44,1	232,2
31 - V . . . . .	43,2	44,2	64,1	48,5	57,4	257,4
30 - VI . . . . .	58,6	44,6	89,5	51,4	90,1	334,2
31 - VII . . . . .	70,1	58,3	89,7	52,5	212,8	483,4
31 - VIII . . . . .	74,1	60,6	103,1	62,5	247,2	547,5
30 - IX . . . . .	84,9	67,2	124,7	61,1	264,6	602,5
31 - X . . . . .	125,2	86,8	198,9	69,2	392,5	872,6
30 - XI . . . . .	191,2	135,4	273,9	81,1	470,1	1 151,7
31 - XII . . . . .	254,1	182,6	369,3	107,0	500,0	1 413,0

Si l'on rapporte les stocks finaux des années 1954, 1955, 1956 et 1957 à la production moyenne par jour ouvré de chaque bassin et du Royaume, on obtient le nombre de journées de travail dont la production entière était en stock au 31 décembre de chacune de ces années :

Deelt men de voorraden op het einde van 1954, 1955, 1956 en 1957 voor ieder bekken en voor het Rijk, door de gemiddelde produktie per gewerkte dag, dan bekomt men het aantal werkdagen waarvan de volledige produktie op 31 december van de beschouwde jaren in voorraad was :

jours	dagen			
BASSINS — BEKKENS	1954	1955	1956	1957
Borinage . . . . .	42,2	3,5	1,9	17,6
Centre — Centrum . . . . .	39,9	7,3	2,2	14,5
Charleroi-Namur — Charleroi-Namen	28,4	4,4	2,2	14,7
Liège — Luik . . . . .	4,8	3,2	2,8	6,8
Campine — Kempen . . . . .	27,9	2,0	0,7	13,9
Royaume — Het Rijk . . . . .	27,8	3,6	1,7	13,6

A fin 1957 la situation n'était pas encore aussi grave qu'en 1954 mais on sait qu'elle s'est aggravée sensiblement par la suite.

Einde 1957 was de toestand nog niet zo erg als in 1954, maar men weet dat hij sedertdien aanzienlijk verergerd is.

### Durée du travail.

L'an dernier il a été rappelé que dès 1936 la durée hebdomadaire du travail dans les mines avait été ramenée à 45 heures.

De 1936 à 1939 cette réduction fut réalisée en abaissant la durée journalière du travail à 7 1/2 heures pour chacun des 6 jours ouvrables de la semaine ; en 1939 la durée journalière du travail fut à nouveau portée à 8 heures, et sa durée hebdomadaire à 48 heures.

### Arbeidsduur

Verleden jaar werd aangestipt dat de werktijd in de mijnen reeds in 1936 verkort werd tot 45 uur per week.

Van 1936 tot 1939 werd die verkorting verwezenlijkt door de werktijd op ieder van de zes werkdagen van de week te beperken tot 7 1/2 uur ; in 1939 werd de werktijd opnieuw op 8 uur per dag en op 48 uur per week gebracht.

Vanaf 1956 heeft de Nationale Gemengde Mijncommissie besloten opnieuw de 45-urenweek in te voe-

A partir de 1956, la Commission Nationale Mixte des Mines a décidé d'en revenir au régime des 45 heures, mais au lieu de réduire la durée journalière du travail, il a été convenu de réaliser ce régime « en moyenne » par l'octroi aux ouvriers mineurs de 18 jours de repos supplémentaires par an, dits « jours de repos compensatoires » (J.R.C.).

Toutefois, comme à l'époque il y avait pénurie de combustibles, les ouvriers acceptèrent de ne prendre que 8 jours de repos en 1956 ; il reçurent cependant une journée de salaire supplémentaire pour chacune de 15 quinzaines déterminées moyennant certaines conditions d'assiduité, ainsi qu'une prime de fin d'année égale au montant de 3 journées de salaires, prime également fonction de l'assiduité du bénéficiaire.

En 1957, l'application de la semaine de 45 heures a été plus complète, sans être pourtant intégrale. En effet, la rémunération relative aux 18 jours de repos que comporte en principe la réforme, fut répartie sur l'ensemble des prestations de l'année par l'octroi de sursalaires, liés d'ailleurs, comme en 1958, à l'assiduité au travail, mais les calendriers correspondants ne comportaient — en général — que 15 jours de repos effectif pour l'ensemble du personnel. L'ouvrier qui se présentait au travail tous les jours d'ouverture de la mine touchait donc 18 salaires pour 15 journées de repos ; il fut toutefois convenu que les ouvriers qui le désiraient pouvaient, à titre individuel, solliciter 3 jours de repos supplémentaires.

Indiquons ici qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1958 la réduction de la durée du travail a été entièrement appliquée ; les calendriers comprennent 18 jours de fermeture effective des entreprises au cours de l'année 1958.

L'an dernier, il était indiqué que cette réforme devait normalement avoir pour effet de diminuer le nombre moyen de postes prestés dans l'année par ouvrier inscrit ; mais, on avait pu constater qu'une réduction sensible du nombre des absences individuelles injustifiées avait limité la chute de production que pouvait faire craindre la réduction de la durée hebdomadaire du travail.

En fait, le nombre de postes de 8 heures prestés en moyenne par les ouvriers du fond a évolué comme suit au cours des dernières années.

1953 :	241,0
1954 :	239,0
1955 :	239,6
1956 :	233,4
1957 :	230,9 (provisoire).

Le recul de 1956 était partiellement imputable à la catastrophe de Marcinelle et au chômage qui en était résulté dans les différentes bassins.

Les chiffres de 1957 confirment la constatation que la réduction officielle déjà faite en 1956 de la durée du travail est partiellement compensée par une assiduité plus grande des travailleurs. En effet, en 1957, 7 jours de repos ont été octroyés en plus aux ouvriers, mais le nombre moyen de postes qu'ils ont effectués n'a diminué que de 2,5. La comparaison avec 1955 est plus probante encore : malgré l'octroi de 15 à 18 jours de repos collectifs ou individuels supplémentaires, le nombre moyen des prestations n'a diminué que de 8,7.

ren, mais in plaats van de werktijd per dag te verkorten werd overeengekomen het stelsel te verwezenlijken door aan de mijnwerkers 18 nieuwe rustdagen per jaar, zg. « compenserende rustdagen », te verlenen.

Maar wegens de kolenschaarste die toen heerste, namen de arbeiders aan in 1956 slechts 8 rustdagen te nemen ; op voorwaarde dat zij aan bepaalde regelmatigheidsvoorwaarden voldeden, ontvingen zij echter een loontoeslag van een dag voor ieder van 15 bepaalde veertiendaagse periodes en een eindejaarspremie gelijk aan het loon van drie dagen ; deze premie was ook functie van de regelmatigheid.

In 1957 werd de 45-urenweek, alhoewel niet volledig, toch in ruimere mate toegepast. De bezoldiging voor de 18 rustdagen, die de hervorming in beginsel meebrengt, werd inderdaad over de prestaties van heel het jaar verdeeld onder de vorm van loontoeslagen, die, zoals in 1958, aan de regelmatigheid op het werk gekoppeld waren, maar de overeenstemmende kalenders telden voor het personeel in zijn geheel — doorgaans — slechts 15 rustdagen. Een arbeider die alle dagen waarop de mijn open was werkte, ontving bijgevolg 18 dagen loon voor 15 rustdagen ; er werd nochtans overeengekomen dat de arbeiders die het wensten individueel 3 rustdagen meer konden vragen.

Er weze aangestipt dat de verkorting van de werktijd sedert 1 januari 1958 volledig toegepast wordt. In de loop van 1958 worden de bedrijven gedurende 18 dagen werkelijk gesloten.

Verleden jaar werd vermeld dat deze hervorming normaal een vermindering van het gemiddeld aantal in de loop van het jaar verstrekte diensten per ingeschreven arbeider moest teweegbrengen ; maar men had vastgesteld dat een aanzienlijke vermindering van het aantal ongewettigde individuele afwezigheden de daling van de produktie die de verkorting van de werktijd had kunnen veroorzaken, beperkt had.

Feitelijk is het gemiddeld aantal diensten van 8 uur, wat de ondergrondse arbeiders betreft, tijdens de jongste jaren als volgt gedaald :

1953 :	241,0
1954 :	239,0
1955 :	239,6
1956 :	233,4
1957 :	230,9 (vorlopig).

De daling van 1956 was gedeeltelijk te wijten aan de ramp van Marcinelle en aan de verletdagen die er in de verschillende bekkens op volgden.

De cijfers van 1957 bevestigen wat reeds in 1956 vastgesteld werd, nl. dat de officiële verkorting van de werktijd gedeeltelijk gekompenseerd wordt door een grotere regelmatigheid van de arbeiders. In 1957 hebben de arbeiders inderdaad 7 rustdagen meer bekommen, terwijl het gemiddeld aantal verrichte diensten slechts met 2,5 is afgenomen. Een vergelijking met 1955 is nog treffender : alhoewel 15 tot 18 nieuwe gezamenlijke of individuele rustdagen toegestaan werden, is het gemiddeld aantal verrichte diensten slechts met 8,7 gedaald.

Les limites légales de la durée du travail souterrain restent fixées à huit heures par jour et à quarante-huit heures par semaine, descente et remonte comprises, la notion de « poste effectué » n'a subi aucun changement.

### Personnel.

#### Rappel des définitions :

Les « ouvriers à veine » sont ceux qui sont pourvus d'un moyen portatif individuel d'abatage.

Les « ouvriers de l'abatage » comprennent, outre les ouvriers à veine, leurs aides, les haveurs et leurs aides, les foreurs en veine et leurs aides, les préposés au tir à l'ébranlement, les rapresteurs et les hayeurs.

Les « ouvriers de la taille » comprennent les ouvriers de l'abatage, de la suite à l'abatage et du contrôle du toit, jusqu'au transport exclu.

\* \* \*

Ci-dessous figure pour chaque bassin et pour le Royaume, le nombre de postes effectués au cours de l'année par les ouvriers à veine, les ouvriers de la taille, les ouvriers du fond et les ouvriers de la surface.

1.000 postes

BASSINS BEKKENS	Ouvriers à veine Kolenhouwers	Ouvr. de la taille Pijlerarbeiders	Ouvr. du fond Ondergr. arbeid.	Ouvr. de la surf. Bovengr. arbeid.	Fond et surf. réunis Onder- en bovengr. samen
Borinage	694	1 542	4 021	1 438	5 459
Centre — Centrum	463	1 298	3 323	1 247	4 570
Charleroi-Namur					
Charleroi-Namen	1 153	2 452	6 144	2 530	8 674
Liège — Luik	723	1 882	4 692	1 639	6 331
Campine — Kempen	1 031	2 700	7 123	2 533	9 656
<i>Royaume — Het Rijk</i>	<i>4 064</i>	<i>9 874</i>	<i>25 303</i>	<i>9 387</i>	<i>34 690</i>

La statistique technique définitive relative à l'année 1957, qui sera publiée prochainement, donnera des indications plus complètes relatives à l'occupation de la main-d'œuvre.

### Production par poste effectué ou rendement

(Voir tableaux n<sup>os</sup> 4 et 5)

Le rendement est la production réalisée par un ouvrier pendant un poste de travail d'une durée légale, c'est-à-dire, en Belgique, de 8 heures, descente et remonte comprises pour les ouvriers du fond.

De wettelijke grenzen van de arbeidsduur in de ondergrond blijven vastgesteld op acht uur per dag en achtenveertig uur per week, de tijd voor het afdalen en het opstijgen inbegrepen. Het begrip « verrichte dienst » is hetzelfde gebleven.

### Personeel

#### Bepalingen :

« Kolenhouwers » zijn arbeiders die over een draagbaar, individueel afbouwmiddel beschikken.

De « hakarbeiders » omvatten buiten de kolenhouwers, hun helpers, de ondersnijders en hun helpers, de boorders in de kool en hun helpers, de arbeiders belast met het schokschieten en de afdekkers.

De « pijlarbeiders » omvatten de hakarbeiders, de arbeiders belast met de verrichtingen volgend op het hakwerk en met de dakcontrole, tot aan het vervoer, dit laatste niet inbegrepen.

\* \* \*

In de hiernavolgende tabel is voor ieder bekken en voor heel het Rijk het aantal diensten aangegeven die in 1956 door de kolenhouwers, de pijlarbeiders, de ondergrondse en de bovengrondse arbeiders verricht werden.

1.000 diensten

De definitieve technische statistiek over het jaar 1957, die eerlang zal verschijnen, zal meer volledige inlichtingen over de tewerkstelling van de arbeidskrachten bevatten.

### Productie per verrichte dienst of rendement

(Zie tabellen 4 en 5)

Het rendement is de produktie van een arbeider gedurende een arbeidsdienst van de wettelijke duur, d.i. in België een dienst van 8 uur, voor de ondergrondse arbeiders de tijd voor het afdalen en het stijgen inbegrepen.

Le tableau n° 4 donne l'évolution du rendement, exprimé en kilogrammes produits par poste, au cours des divers mois de l'année 1957. Le minimum et le maximum y sont chaque fois indiqués.

Tabel 4 geeft, voor de verschillende maanden van 1957, het verloop weer van het rendement, uitgedrukt in kilogram voortgebracht per dienst. De hoogste en de laagste rendementen zijn er telkens in aangeduid

TABLEAU N° 4 — TABEL 4  
RENDEMENTS MOYENS PENDANT LES MOIS DE 1957  
GEMIDDELD RENDEMENT TIJDENS DE MAANDEN VAN 1957

MOIS MAAND	kg/poste	kg/dienst		
	Ouvriers à veine Kolenhouters	Ouvriers de la taille (y compris ouv. à veine) Pijlararbeiders (kolen- houters inbegrepen)	Ouvriers du fond (y compris ouv. taille) Ondergrondse arbeiders (pijlararb. inbegrepen)	Ouvriers du fond et de la surface Ondergrondse en boven- grondse arbeiders samen
1957				
I	7 051	2 917	1 150	834
II	7 040	2 942	1 166	849
III	7 080	2 979	1 176	855
IV	7 119	2 977	1 178 Max.	857 Max.
V	7 054	2 958	1 172	855
VI	7 088 Min.	2 935	1 157	844
VII	7 440 Max.	2 975	1 136	811 Min.
VIII	7 418	3 002 Max.	1 151	835
IX	7 366	2 994	1 143	824
X	7 205	2 937	1 137	838
XI	7 106	2 877	1 112 Min.	828
XII	7 111	2 874 Min.	1 119	831

Le tableau n° 5 met en regard pour l'année et par bassin, le rendement des ouvriers à veine, des ouvriers du fond et des ouvriers du fond et de la surface des années 1956 et 1957.

Ce tableau montre que le rendement des ouvriers du fond du Royaume s'est quelque peu détérioré en 1957 par rapport à 1956 (— 10 kg soit — 0,9 %).

Il résulte du tableau n° 4 que cette régression ne s'est manifestée qu'au cours de second semestre, et le tableau n° 5 montre qu'elle est surtout imputable au bassin de Campine, où elle atteint près de 3 % (— 42 kg), nonobstant une nouvelle progression du rendement « à veine » dans ce bassin.

On sait que la notion de rendement « à veine » n'a plus guère de sens concret en Campine puisqu'on le calcule en rapportant la production nette totale au nombre des postes prestés par les ouvriers porteurs d'un moyen individuel d'abatage, alors que plus de la moitié du tonnage extrait en Campine est abattu par des moyens mécaniques autres que le marteau-piqueur et que cette proportion ne cesse de croître.

In tabel 5 wordt voor ieder bekken en voor heel het Rijk een vergelijking gemaakt tussen het rendement van de kolenhouters, de ondergrondse arbeiders en de ondergrondse en bovengrondse arbeiders samen in 1956 en in 1957.

Hieruit blijkt dat het rendement van de ondergrondse arbeiders voor heel het Rijk in 1957 enigszins lager is dan in 1956 (— 10 kg of — 0,9 %).

Tabel 4 toont aan dat de daling zich alleen in de loop van het tweede halfjaar voorgedaan heeft, terwijl uit tabel 5 blijkt dat zij vooral aan het Kempisch bekken te wijten is, waar zij, ondanks een nieuwe stijging van het rendement « houters », haast 3 % (— 42 kg) bereikt.

Zoals men weet, heeft het begrip « rendement houters » in de Kempen haast geen concrete betekenis meer, vermits dit rendement berekend wordt door de totale nettoproductie te delen door het aantal diensten verricht door arbeiders die een individueel afbouw-middel bezitten. Welnu, meer dan de helft van de gewonnen tonnemaat wordt in de Kempen afgebouwd met andere mechanische middelen dan de afbouwamer en die verhouding neemt nog steeds toe.

TABLEAU N° 5 — TABEL 5

RENDEMENTS MOYENS DANS LES DIFFERENTS BASSINS (1)  
GEMIDDELD RENDEMENT IN DE VERSCHILLENDE BEKKENS (1)

BASSINS BEKKENS	Ouvriers à veine Kolenhouwers (kg)		Ouvriers du fond (ouvriers à veine compris) Ondergrondse arbeiders (houwers inbegrepen) (kg)		Ouvriers toutes catégories Alle categorieën arbeiders (kg)	
	1956 (1)	1957 (2)	1956 (1)	1957 (2)	1956 (1)	1957 (2)
Borinage . . . . .	5 262	5 771	965	996	706	734
Centre — Centrum . . . . .	7 457	7 497	1 098	1 045	793	760
Charleroi-Namur — Charleroi-Namen	5 722	5 961	1 112	1 119	787	792
Liège. — Luik . . . . .	5 947	5 981	929	921	687	683
Sud — Zuiderbekkens . . . . .	5 928	6 157	1 028	1 027	744	746
Campine — Kempen . . . . .	9 949	10 019	1 492	1 450	1 088	1 070
Royaume — Het Rijk . . . . .	6 922	7 137	1 156	1 146	838	836

(1) Chiffres définitifs — Definiteve cijfers.

(2) Chiffres provisoires — Voorlopige cijfers.

**Indices de productivité**

(Voir diagramme)

Le diagramme ci-dessous tend à dégager l'évolution de la productivité du travail en 1957 d'une manière plus explicite que les diagrammes de rendement publiés avant 1956. A cet effet, ce sont les indices (inverses des rendements), qui ont servi de base à son établissement et l'on y a porté les *différences* entre les indices mensuels de 1957 et l'indice moyen de 1956 pris comme base de référence. Pour mieux dégager l'influence des divers facteurs de la production ces différences sont données séparément pour les ouvriers à veine, pour les *autres* ouvriers de la taille (*sans* les ouvriers à veine) pour les *autres* ouvriers du fond (*sans* les ouvriers des tailles) et pour le personnel de la surface seule, alors que précédemment les rendements étaient donnés pour les ouvriers à veine, pour les ouvriers de la taille (y compris les ouvriers à veine), pour les ouvriers du fond (y compris les ouvriers de la taille) et pour l'ensemble du personnel, fond et surface.

On a porté dans le sens des ordonnées *positives* les *gains* en postes effectués par 100 tonnes nettes extraites, c'est-à-dire les *diminutions* d'indice par rapport à l'indice moyen de 1956 et dans le sens des ordonnées *negatives* les *pertes* en postes effectués par 100 tonnes, c'est-à-dire les *augmentations* d'indice par rapport à 1956.

Ainsi ces gains et pertes se cumulent par simple addition.

Les indices absolus de 1956 et ceux de chaque mois de 1957 sont reproduits au tableau n° 5 *bis* ci-dessous, ainsi que les différences entre les seconds et les premiers qui ont été portées au diagramme.

**Produktiviteitsindices**

(Zie diagram)

In onderstaand diagram is het verloop van de productiviteit van de arbeid in 1957 duidelijker in het licht gesteld dan dit in de vóór 1956 gepubliceerde rendementsdiagrammen het geval was. Te dien einde werden de indices (het omgekeerde van het rendement) als uitgangspunt genomen en werd alleen *het verschil* tussen de maandelijkse indices van 1957 en de gemiddelde indice van 1956 (de referentiebasis) in grafiek gebracht. Om de invloed van de verschillende factoren van de voortbrenging beter in het licht te stellen werden de verschillen afzonderlijk aangeduid voor de kolenhouwers, de *andere* pijlerarbeiders (zonder de kolenhouwers), de *andere* ondergrondse arbeiders (zonder de pijlerarbeiders) en voor de bovengrondse arbeiders alleen, terwijl de rendementen vroeger aangegeven werden voor de kolenhouwers, de pijlerarbeiders (de kolenhouwers inbegrepen), de ondergrondse arbeiders (de pijlerarbeiders inbegrepen) en voor de arbeiders van de ondergrond en de bovengrond samen.

In de zin van de *positieve ordinaten* is het aantal diensten aangeduid die op 100 ton netto-gewonnen kolen *uitgespaard* werden, d.w.z. de *daling* van de indice t.o.v. de gemiddelde indice van 1956 en in de zin van de *negatieve ordinaten* het aantal diensten die per 100 ton netto-gewonnen kolen *meer verricht* werden, d.w.z. de *stijging* van de indice t.o.v. 1956.

Deze dalingen en stijgingen kunnen dus gewoon samengeteld worden.

De absolute indices van 1956 en deze van de verschillende maanden van 1957 zijn in de hiernavolgende tabel 5 *bis* aangeduid, samen met het verschil tussen de laatste en de eerste, dat in diagram gebracht werd.

TABLEAU N° 5 bis — TABEL 5 bis  
EVOLUTION DES INDICES DE PRODUCTIVITE DE 1956 PAR RAPPORT A 1957  
VERLOOP VAN DE PRODUKTIVITEITSINDICES VAN 1957 IN VERGELIJKING MET 1956

MOIS MAANDEN	INDICES															
	G : Gains — Uitgespaarde diensten						P : .Pertes — Meer verrichte diensten									
	Ouvriers à veine Kolen- houwers	G	P	Autres o. de la taille Andere pijlerarb.	G	P	Autres o. du fond Andere onder- grondse arb.	G	P	Surface Boven- grond	G	P	Global Samen	G	P	
1956																
Moyenne mens. Maand. gemidd.	14,40	—	—	20,13	—	—	51,70	—	—	32,65	—	—	118,88	—	—	
1957																
Moyenne mens. Maand. gemidd.	14,01	0,39	»	20,04	0,09	»	53,20	»	1,50	32,36	0,29	»	119,61	»	0,73	
1957	I	14,18	0,72	»	20,10	0,03	»	52,66	»	0,96	33,00	»	0,35	119,94	»	1,06
	II	14,20	0,20	»	19,79	0,34	»	51,74	»	0,04	32,03	0,62	»	117,76	1,12	»
	III	14,12	0,28	»	19,45	0,68	»	51,49	0,21	»	31,92	0,73	»	116,98	1,90	»
	IV	14,05	0,35	»	19,54	0,59	»	51,28	0,42	»	31,83	0,82	»	116,70	2,18	»
	V	14,18	0,22	»	19,63	0,50	»	51,50	0,20	»	31,64	1,01	»	116,95	1,93	»
	VI	14,27	0,13	»	19,80	0,33	»	52,35	»	0,65	32,12	0,53	»	118,54	0,34	»
	VII	13,44	0,96	»	20,14	»	0,01	54,42	»	2,72	33,25	»	0,60	123,25	»	4,37
	VIII	13,48	0,92	»	19,84	0,29	»	53,53	»	1,83	32,94	»	0,29	119,79	»	0,91
	IX	13,58	0,82	»	19,82	0,31	»	54,11	»	2,41	34,27	»	1,62	121,78	»	2,90
	X	13,88	0,52	»	20,16	»	0,03	53,94	»	2,24	31,31	1,34	»	119,29	»	0,41
	XI	14,07	0,33	»	20,69	»	0,56	55,17	»	3,47	30,83	1,82	»	120,76	»	1,88
	XII	14,06	0,34	»	20,74	»	0,61	54,57	»	2,87	31,03	1,62	»	120,40	»	1,52

Tableau et diagramme montrent une évolution favorable au cours du premier semestre avec un indice global minimum de 116,70 postes par 100 tonnes nettes en avril, se traduisant par un « gain » de 2,18 postes par rapport à la moyenne de 1956. Mais, dès juillet, l'allure du diagramme s'inverse et l'indice global monte à 123,25, exprimant une « perte » maximum de 4,37 postes par 100 tonnes en comparaison de l'indice moyen de 1956. Au cours du 2<sup>e</sup> semestre 1957 l'indice global est resté constamment supérieur à l'indice moyen de 1956, de sorte que la moyenne annuelle exprime une perte de 0,73 points d'indice par rapport à celle de 1956.

Les indices moyens de l'année 1957 sont pour :

- a) les ouvriers à veine . . . . 14,01 gain 0,39  
b) les autres ouvriers de la taille 20,04 gain 0,39  
c) les autres ouvriers du fond . . 53,20 perte 1,50  
d) les ouvriers de la surface . . 32,36 gain 0,29

et pour l'ensemble . . . . 119,61 perte 0,73  
par 100 tonnes.

Seul l'indice « à veine » est resté constamment inférieur, de 0,13 à 0,96 postes par 100 tonnes, à l'indice moyen de 1956, qui était de 14,40 postes par 100 tonnes.

La diminution de la productivité de l'ensemble des travailleurs est essentiellement imputable, on le voit, à l'augmentation de près de 3 %, de l'indice des « autres ouvriers du fond » (autres que les ouvriers en taille).

In de tabel en het diagram valt een verbetering waar te nemen tijdens het eerste halfjaar, met een laagste globale indice van 116,70 diensten per 100 nettoton in april, wat een uitsparing van 2,18 diensten betekent op het gemiddelde van 1956. Maar vanaf juli is de toestand omgekeerd ; de globale indice stijgt tot 123,25, wat in vergelijking met de gemiddelde indice van 1956 een hoogste «verlies» van 4,37 diensten per 100 ton uitmaakt. Tijdens het tweede halfjaar van 1957 is de globale indice voortdurend boven de gemiddelde indice van 1956 gebleven, zodat het jaargemiddelde, in vergelijking met 1956, een verlies van 0,73 punten aangeeft.

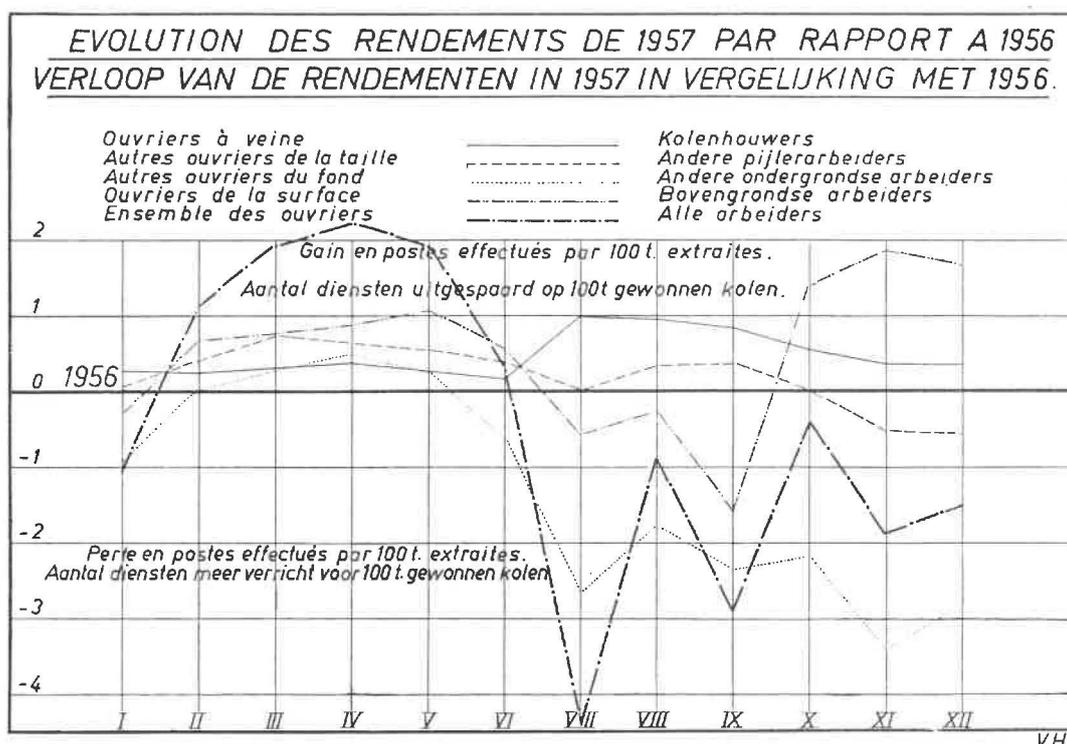
De gemiddelde indices van 1957 zijn :

- a) 14,01 voor de kolenhouwers, winst 1,60 ;  
b) 20,04 voor de andere pijlerarbeiders, winst 0,09 ;  
c) 53,20 voor de andere ondergrondse arbeiders, verlies 1,50 ;  
d) 32,36 voor de bovengrondse arbeiders, winst 0,29 ;

en samen : 119,61 diensten per 100 ton, verlies 0,73.

Alleen de indice « houwens » is voortdurend van 0,13 tot 0,96 diensten per 100 ton, onder de gemiddelde indice van 1956 (14,40 diensten per 100 ton) gebleven.

De vermindering van de produktiviteit van alle arbeiders samen is, zoals men ziet, hoofdzakelijk te wijten aan een verhoging van haast 3 % van de indice « andere ondergrondse arbeiders » (andere dan de pijlerarbeiders).



Cet indice n'a été légèrement inférieur à la moyenne de 1956 que durant 3 mois, de mars à mai, pour augmenter ensuite rapidement et se maintenir durant tout de second semestre à un niveau supérieur de 1,83 à 3,47 points à la moyenne de 1956 (51,70).

On observe, comme chaque année un indice maximum au mois de juillet, époque des congés payés, mise à profit pour l'exécution de travaux non productifs.

### Salaires.

(Voir tableaux n<sup>os</sup> 6 et 7)

Les salaires dont il est question représentent la rémunération de toute personne — ouvrier, surveillant, chef-ouvrier, contremaître ou autre — liée par un contrat de travail, en vertu de la loi du 10 mars 1900 sur le contrat de travail.

Il s'agit de salaires bruts, comprenant les sommes retenues pour l'alimentation des fonds de retraite et de sécurité sociale ainsi que les impôts retenus à la source.

En application des conventions collectives liant les salaires à l'index des prix de détail du Royaume, les salaires dans l'industrie charbonnière, qui avaient été majorés de 2,5 % à la date du 1<sup>er</sup> janvier 1957, ainsi qu'il était indiqué déjà dans la statistique sommaire relative à l'année 1956, ont subi une nouvelle augmentation de 2,5 % à la date du 1<sup>er</sup> novembre 1957.

Une nouvelle convention a été signée le 24 mai 1957, en vertu de laquelle les salaires augmentent de 2,5 % chaque fois que la moyenne arithmétique des index des prix de détail de deux mois consécutifs a franchi « un point de déclenchement ».

L'écart entre ces points de déclenchement est 2,38 à 2,39 points d'index correspondant à 2,5 % de l'index de base 95,51.

Deze indice is slechts gedurende drie maanden (van maart tot mei) onder de gemiddelde indice van 1956 gebleven; daarna is hij snel gestegen en tijdens het tweede halfjaar is hij voortdurend van 1,83 tot 3,47 punten boven het gemiddelde van 1956 (51,70) gebleven.

Zoals ieder jaar ontmoet men de hoogste indice in juli, tijdstip van het verlof met behoud van loon, wanneer meestal niet-productieve werken worden uitgevoerd.

### Lonen

(Zie tabellen 6 en 7)

De hierna vermelde lonen vertegenwoordigen de bezoldiging van de personen — werklieden, opzichters, hoofdopzichters, meestergasten, enz. — die volgens de wet van 10 maart 1900 door een arbeidsovereenkomst gebonden zijn.

Het zijn brutolonen, d.w.z. dat de bedragen afgehouden voor het pensioenfonds en de sociale zekerheid en de aan de bron geheven belastingen er in begrepen zijn.

Bij toepassing van de collectieve overeenkomsten waarbij de lonen aan het indexcijfer van de kleinhandelsprijzen van het Rijk gekoppeld zijn, werden de lonen in de steenkolenindustrie, die, zoals in de bekende statistiek over het jaar 1956 reeds aangeduid was, op 1 januari 1957 met 2,5 % verhoogd waren, op 1 november 1957 opnieuw met 2,5 % verhoogd.

Op 24 mei 1957 werd een nieuwe overeenkomst getekend, krachtens welke de lonen met 2,5 % verhoogd worden telkens wanneer het rekenkundig gemiddelde van de indexcijfers van de kleinhandelsprijzen van twee opeenvolgende maanden een « bepaald punt » overschrijdt.

De afstand tussen deze punten bedraagt 2,38 à 2,39 punten van het indexcijfer, wat overeenstemt met 2,5 % van het basisindexcijfer 95,51.

En dehors de ces augmentations conventionnelles, la Commission Nationale Mixte des Mines a décidé à nouveau en sa séance du 27 novembre 1957, l'octroi d'une prime de fin d'année de 3.000 F payable en deux tranches de 1.500 F, respectivement fin décembre 1957 et mars 1958.

Le tableau n° 6 indique les salaires journaliers moyens des années 1956 (chiffres définitifs) et 1957 (chiffres provisoires).

Pour établir ces éléments, il a été tenu compte uniquement des salaires gagnés au cours de prestations effectives normales à l'exclusion de toute rémunération pour heures supplémentaires ou prestations supplémentaires des dimanches et jours fériés, ainsi que des journées de salaire supplémentaire payées en application de la Convention sur la réduction de la durée hebdomadaire du travail à 45 heures et des primes de fin d'année. Ces résultats restent ainsi directement comparables avec les résultats provisoires des années antérieures.

Pour donner une idée de l'incidence des compléments de salaire que constituent, pour l'année 1956 la prime de fin d'année et les salaires compensatoires de la réduction de la durée du travail, les salaires moyens définitifs tenant compte de ces éléments ont été ajoutés en caractères gras dans le tableau ci-dessous. La comparaison de ces chiffres définitifs aux chiffres provisoires fait apparaître que ces compléments équivalent à une majoration de salaire de 9,65 % (toutes catégories).

Buiten deze conventionele verhogingen heeft de Nationale Gemengde Mijncommissie, in haar vergadering van 27 november 1957, besloten opnieuw een eindejaarspremie van 3.000 F toe te staan, die in twee bedragen van 1.500 F, het eerste op einde december 1957, het tweede op einde maart 1958, moest uitbetaald worden.

In tabel 6 zijn de gemiddelde daglonen van 1956 (definitieve cijfers) en van 1957 (voorlopige cijfers) aangeduid.

Bij de berekening van deze lonen werd alleen rekening gehouden met het loon verdiend met werkelijk verrichte en normale prestaties, met uitsluiting van elke bezoldiging voor overuren, zondagwerk of prestaties op feestdagen, van de loontoeslagen uitbetaald krachtens de overeenkomst betreffende de verkorting van de werktijd tot 45 uur per week en van de eindejaarspremie. De uitslagen kunnen bijgevolg nog rechtstreeks met de voorlopige uitslagen van de voorgaande jaren vergeleken worden.

Om een aanwijzing te geven nopens de belangrijkheid van de loontoeslagen gevormd door de eindejaarspremie en de lonen toegekend voor de verkorting van de werktijd, werden de definitieve gemiddelde lonen van 1956 waarin deze toeslagen verrekend zijn in onderstaande tabel in vetjes aangeduid. Wanneer men deze definitieve cijfers met de voorlopige vergelijkt, stelt men vast dat de toeslagen een verhoging van 9,65 % uitmaken (lonen van alle categorieën).

TABLEAU N° 6 — TABEL 6  
SALAIRES JOURNALIERS MOYENS BRUTS (Chiffres provisoires)  
GEMIDDELDE BRUTOLONEN PER DAG (Voorlopige cijfers)

BASSINS BEKKENS	Ouvriers à veine Kolenhouwers			Ouvriers du fond (ouv. à veine compris) Ondergrondse arbeiders (houwers inbegrepen)			Ouvriers de la surface Bovengrondse arbeiders			Ouvriers de toutes catégories, fond et surface Alle categorieën arbeid. (onder- en bovengrond)		
	1956 <sup>(2)</sup>	1956 <sup>(1)</sup>	1957 <sup>(2)</sup>	1956 <sup>(2)</sup>	1956 <sup>(1)</sup>	1957 <sup>(2)</sup>	1956 <sup>(2)</sup>	1956 <sup>(1)</sup>	1957 <sup>(2)</sup>	1956 <sup>(2)</sup>	1956 <sup>(1)</sup>	1957 <sup>(2)</sup>
Borinage . . . . .	341,98	<b>373,67</b>	386,01	284,84	<b>311,68</b>	318,29	190,24	<b>213,06</b>	213,83	259,94	<b>286,14</b>	291,39
Centre — Centrum . . .	348,20	<b>383,17</b>	386,13	275,99	<b>302,80</b>	307,64	191,29	<b>216,16</b>	212,90	252,94	<b>280,06</b>	282,67
Charleroi-Namur												
Charleroi-Namen . . .	344,36	<b>375,16</b>	388,17	299,70	<b>327,27</b>	336,15	195,04	<b>216,17</b>	217,55	270,03	<b>296,42</b>	303,06
Liège — Luik . . . . .	368,19	<b>401,02</b>	418,25	300,00	<b>327,11</b>	335,84	190,97	<b>210,32</b>	213,55	272,10	<b>297,42</b>	305,23
Sud — Zuiderbekkens . .	350,05	<b>382,15</b>	394,54	292,26	<b>319,39</b>	326,96	192,33	<b>214,05</b>	214,95	265,29	<b>291,61</b>	297,34
Campine — Kempen . . .	345,35	<b>373,77</b>	391,22	277,75	<b>300,97</b>	312,52	192,47	<b>211,48</b>	217,69	254,67	<b>277,47</b>	288,06
Royaume — Het Rijk . .	348,89	<b>380,08</b>	393,70	288,26	<b>314,27</b>	322,88	192,37	<b>213,34</b>	215,71	262,37	<b>287,69</b>	294,73

(1) Chiffres définitifs comprenant la prime de fin d'année et les salaires compensatoires. — Definitieve cijfers, de eindejaarspremie en de loontoeslagen verleend voor de verkorting van de werktijd inbegrepen.  
(2) Chiffres provisoires. — Voorlopige cijfers.

Le salaire normal moyen des ouvriers du fond qui s'élevait à 288,26 F/jour en 1956, s'établit pour 1957 à 322,88 F/jour (+ 12,01 %) et celui des ouvriers de toutes catégories (fond et surface) est passé de 262,37 F/jour à 294,73 F/jour (+ 12,33 %).

\* \* \*

Le tableau n° 7 donne pour chaque bassin le salaire brut par tonne nette extraite.

La faible détérioration du rendement fond, notamment en Campine, a cumulé ses effets avec ceux de la

Het gemiddeld normaal loon van de ondergrondse arbeiders bedroeg 288,26 F per dag in 1956 en 322,88 F per dag in 1957 (+ 12,01 %), terwijl dit van de arbeiders van alle categorieën samen (ondergrond en bovengrond) van 262,37 F per dag gestegen is tot 294,73 F per dag (+ 12,33 %).

\* \* \*

In tabel 7 is voor ieder bekken het brutoloon per netto-gewonnen ton aangeduid.

De lichte daling van het rendement « ondergrond », in het bijzonder in de Kempen, heeft samen met de

hausse des salaires pour augmenter le salaire brut par tonne extraite de 48,30 F et 38,92 F respectivement dans les bassins du Sud et en Campine, compte non tenu des primes et salaires compensatoires.

Comme il a été souligné à l'occasion des statistiques précédentes, les chiffres des tableaux n<sup>os</sup> 6 et 7 ne concernent que les salaires proprement dits, à l'exclusion des charges sociales y afférentes et des autres dépenses relatives à la main-d'œuvre.

stijging van de lonen het gemiddelde brutoloon per gewonnen ton doen toekennen met 48,30 F in de zuiderbekkens en met 38,92 F in de Kempen, de premien en loontoeslagen voor de verkorting van de werktijd niet meegerekend.

Er weze nogmaals op gewezen dat de cijfers vermeld in de tabellen 6 en 7 alleen de eigenlijke lonen omvatten, met uitsluiting van de desbetreffende sociale lasten en de andere uitgaven in verband met de arbeidskrachten.

TABLEAU N<sup>o</sup> 7 — TABEL 7

SALAIRES PAR TONNE (Chiffres provisoires)

LOON PER TON (Voorlopige cijfers)

BASSINS BEKKENS	Salaires bruts par tonne nette extraite Brutoloon per netto-gewonnen ton				
	1955 (2)	1955 (1)	1956 (2)	1956 (1)	1957 (2)
Borinage . . . . .	350,86	364,27	354,61	413,25	387,69
Centre — Centrum . . . . .	299,06	310,93	304,03	355,10	362,09
Charleroi-Namur — Charleroi-Namen	319,41	337,88	323,76	380,39	371,01
Liège — Luik . . . . .	356,48	371,29	378,97	437,99	435,62
Sud — Zuiderbekkens . . . . .	331,19	346,52	339,59	396,24	387,89
Campine — Kempen . . . . .	222,49	228,87	225,99	259,95	264,91
Royaume — Het Rijk . . . . .	294,41	306,63	299,36	347,81	344,08

(1) Chiffres définitifs comprenant la prime de fin d'année et les salaires compensatoires. — Definitieve cijfers, de eindejaarspremie en de loontoeslagen verleend voor de verkorting van de werktijd inbegrepen.

(2) Chiffres provisoires. — Voorlopige cijfers.

### Prix des charbons.

Rappelons que depuis octobre 1953, les prix de vente des charbons des pays de la C.E.C.A. sont fixés par la Haute Autorité.

On trouvera dans la Statistique sommaire des années précédentes (voir *Annales des Mines* de mai 1956 et de juin 1957) l'historique de l'évolution des prix des charbons belges depuis cette date jusqu'au 31 décembre 1956.

Le barème du 1<sup>er</sup> octobre 1956 est resté en vigueur jusqu'au 13 janvier 1957.

Considérant que depuis la mise en vigueur de ce barème, des hausses de salaires affectant le niveau des coûts de production prévisibles à la fin de la période transitoire étaient intervenues dans les charbonnages belges, la Haute Autorité a autorisé la publication le 14 janvier 1957, d'un nouveau barème de vente, reproduit ci-contre :

### De kolenprijzen

Er weze nogmaals aan herinnerd dat de verkoopprijzen van de kolen van de landen van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal sedert oktober 1953 door de Hoge Autoriteit vastgesteld worden.

In de beknopte statistiek over de voorgaande jaren (zie *Annalen der Mijnen*, mei 1956 et juni 1957) is aangeduid hoe de prijzen van de Belgische kolen vanaf die datum tot op 31 december 1956 geëvolueerd zijn.

Het barema van 1 oktober 1956 is tot 13 januari 1957 van kracht gebleven.

Overwegende dat in de Belgische kolenmijnen sedert de toepassing van dit barema nieuwe loonsverhogingen ingetreden waren die de produktiekosten welke tegen het einde van de overgangperiode konden voorzien worden opgedreven hadden, heeft de Hoge Autoriteit op 14 januari 1957 een nieuw verkoopbarema toegelaten, dat hierna aangeduid is :

BAREME DES PRIX DE VENTE DES CHARBONS BELGES DU 14-1 AU 31-3-1957  
BAREMA VAN DE VERKOOPPRIJZEN DER BELGISCHE KOLEN VAN 14-1 TOT 31-3-1957

SORTES SOORTEN	Calibre en mm  Dikte in mm	Teneur en cendres eau Gehalte		Gras Vetkool		$\frac{3}{4}$ gras $\frac{3}{4}$ vetkool	$\frac{1}{2}$ gras $\frac{1}{2}$ vetkool	$\frac{1}{4}$ gras $\frac{1}{4}$ vetkool	Maigres Magerkool
		as %	water %	Catégorie					
				B	A				
Teneurs en matières volatiles - en % Gehalte aan vluchtige bestanddelen - %				> 28 1/2	20 à 28 1/2	16 à 20	12 1/2 à 16	10 à 12 1/2	< 10
Schlamms . . . . .		20	20	450	450	450	450	450	450
Poussiers bruts — Stofkolen . . . . .	0/2	20	3	655	655	655	655	655	655
» » . . . . .	0/5	20	3	665	665	665	665	665	665
Mixtes — Mixtekolen . . . . .		20	7	650	650	650	650	650	650
Fines lavées — Gewassen fijnkolen . . . . .	0/5—0/6	10	;	—	—	—	785	785	785
» » . . . . .	2/5—2/6	10	7	—	—	—	805	805	805
» » . . . . .	4/6	10	7	—	—	—	875	875	875
» » . . . . .	0/10	10	7	805	825	820	805	805	805
Classés : — Gesorteerde kolen :									
Grains — Korrels . . . . .	5/10	8	6	850	850	850	905	905	905
	6/12	8	6	—	—	—	—	980	980
Braïsettes — Braïsetten . . . . .	10/18—10/20	6 à 9	6	860	870	910	1 090	1 225	1 225
» » . . . . .	12/22	6 à 8	5	—	—	—	1 150	1 385	1 385
» » . . . . .	18/30—20/30	6 à 8	5	885	905	1 095	1 435	1 585	1 585
Têtes de moineaux — Mussenkoppen	30/50	5 à 8	5	905	925	1 135	1 425	1 460	1 460
Gailletins — Brokken . . . . .	50/80	5 à 8	5	905	925	1 030	1 295	1 300	1 300
» » . . . . .	80/120	5 à 8	5	865	885	—	1 155	1 155	1 155
Criblés — Stukkolen . . . . .	> 80 mm	4 à 7	3	865	885	980	1 080	1 080	1 080
Gailletteries — Klompen . . . . .	> 120 mm	4 à 7	3	—	—	—	1 080	1 080	1 080

Par rapport au barème précédent, les prix indiqués dans ce tableau ont évolué comme suit :

- 1) Augmentation du prix des schlamms, poussiers bruts et mixtes (10 F/t) ;
- 2) Augmentation du prix des fines lavées (15 F/t) ;
- 3) Fixation des prix des grains 5/10 et 6/12 séparément (augmentation de 15 à 90 F/t par rapport au barème précédent dans lequel les 5/10 et 6/12  $\frac{1}{4}$  gras et maigres étaient groupés) ;
- 4) Augmentation du prix des classés 10/18 - 10/20, 12/22, 18/30 - 20/30, 30/50, 50/80 et 80/120 (15 à 30 F/t) ;
- 5) Augmentation du prix des criblés et gailletteries (15 à 20 F/t).

Les prix indiqués en caractères gras dans le tableau ont été fixés par les producteurs.

Enfin, il y a lieu de signaler que 3 charbonnages du bassin de Liège étaient encore autorisés à facturer une prime de provenance de 75 F à la tonne pour les calibres supérieurs à 10 mm dans les  $\frac{1}{4}$  gras et maigres et que des primes de qualité de 75 et de 50 F à la tonne étaient maintenues en faveur de 19 charbonnages des bassins de Charleroi-Namur et de Liège.

Le barème fixé par la Haute Autorité le 14 janvier est resté en vigueur jusqu'au 31 mars.

Par une décision en date du 29 mars 1957, la Haute Autorité a fixé un nouveau barème de vente, applicable à partir du 1<sup>er</sup> avril 1957, que voici :

In vergelijking met het vorig barema zijn de prijzen als volgt gestegen :

- 1) Verhoging van de prijzen van schlamm, stofkolen en mixtekolen (10 F/t) ;
- 2) Verhoging van de prijs van gewassen fijnkolen (15 F/t) ;
- 3) Vaststelling van afzonderlijke prijzen voor korrels 5/10 en 6/12 (verhoging van 15 tot 90 F/t t.o.v. het vorig barema, waarin de korrels 5/10 en 6/12  $\frac{1}{4}$  vet- en magerkool gegroepeerd waren) ;
- 4) Verhoging van de prijzen van gesorteerde kolen 10/18 - 10/20, 12/22, 18/30 - 20/30, 30/50, 50/80 en 80/120 (15 tot 30 F/) ;
- 5) Verhoging van de prijzen van stukken en klompen (van 15 tot 20 F/t).

De prijzen in bovenstaande tabel in vetjes aangeduid werden door de producenten vastgesteld.

Ten slotte dient aangestipt dat drie mijnen van het bekken van Luik nog toelating bezaten voor kolen van meer dan 10 mm dikte van de categorieën  $\frac{1}{4}$  vetkool en magerkool een premie van herkomst van 75 F per ton aan te rekenen en dat voor 19 mijnen van de bekken van Charleroi-Namen en Luik nog kwaliteitspremiën van 75 F en 50 F per ton toegepast werden.

Het op 14 januari 1957 door de Hoge Autoriteit vastgesteld barema is tot 31 maart van kracht gebleven.

Op 29 maart 1957 heeft de Hoge Autoriteit besloten met ingang van 1 april 1957 onderstaand barema van de verkoopprijzen toe te laten :

BAREME DES PRIX DE VENTE DES CHARBONS BELGES du 1-4 AU 5-11-1957  
BAREMA VAN DE VERKOOPPRIJZEN DER BELGISCHE KOLEN VAN 1-4 TOT 5-11-1957

SORTES SOORTEN	Calibre en mm  Dikte in mm	Teneur en cendres eau Gehalte as water % %		Gras Vetkool  Catégorie B   A		$\frac{3}{4}$ gras $\frac{3}{4}$ vetkool	$\frac{1}{2}$ gras $\frac{1}{2}$ vetkool	$\frac{1}{4}$ gras $\frac{1}{4}$ vetkool	Maigres Magerkool
Teneurs en matières volatiles - en % Gehalte aan vluchtige bestanddelen - %									
				> 28 1/2	20 à 28 1/2	16 à 20	12 1/2 à 16	10 à 12 1/2	< 10
Schlamms . . . . .		20	20	485	485	485	485	485	485
Poussiers bruts — Stofkolen . . . . .	0/2	20	3	715	715	715	715	715	715
» » . . . . .	0/5	20	3	725	725	725	725	725	725
Mixtes — Mixtekolen . . . . .		20	7	685	685	685	685	685	685
Fines lavées — Gewassen fijnkolen . . . . .	0/5—0/6	10	7	—	—	—	845	845	845
» » . . . . .	2/5—2/6	10	7	—	—	—	865	865	865
» » . . . . .	4/6	10	7	—	—	—	—	935	935
» » . . . . .	0/10	10	7	845	865	865	865	865	865
Classés : — Gesorteerde kolen :									
Grains — Korrels . . . . .	5/10	8	6	890	890	890	960	1 000	1 000
	6/12	8	6	—	—	—	—	1 075	1 075
Braïettes — Braïetten . . . . .	10/18—10/20	6 à 9	6	900	910	970	1 175	<b>1 300</b>	<b>1 300</b>
» » . . . . .	12/22	6 à 8	5	—	—	—	1 235	<b>1 480</b>	<b>1 480</b>
» » . . . . .	18/30—20/30	6 à 8	5	925	945	1 165	<b>1 485</b>	<b>1 680</b>	<b>1 680</b>
Têtes de moineaux — Mussenkoppen	30/50	5 à 8	5	945	965	1 195	<b>1 475</b>	<b>1 555</b>	<b>1 555</b>
Gailletins — Brokken . . . . .	50/80	5 à 8	5	945	965	1 090	<b>1 345</b>	<b>1 400</b>	<b>1 400</b>
» » . . . . .	80/120	5 à 8	5	925	945	1 040	<b>1 205</b>	<b>1 240</b>	<b>1 240</b>
Criblés — Stukkolen . . . . .	> 80 mm	4 à 7	3	925	945	1 040	<b>1 130</b>	<b>1 155</b>	<b>1 155</b>
Gaïlletteries — Klompen . . . . .	> 120 mm	4 à 7	3	—	—	—	<b>1 130</b>	<b>1 155</b>	<b>1 155</b>

Par rapport au barème du 14 janvier, les prix indiqués dans ce nouveau tableau avaient évolué de la manière suivante :

- 1) Augmentation du prix des schlamms (35 F/t),  
Augmentation du prix des poussiers bruts (60 F/t),  
Augmentation du prix des mixtes (35 F/t) ;
- 2) Augmentation du prix des fines lavées (40 à 60 F/t) ;
- 3) Augmentation du prix des classés (40 à 100 F/t),  
Fixation du prix des gailletins 80/120 en 3/4 gras à 1.040 F/t) ;
- 4) Augmentation du prix des criblés et gaïlletteries (50 à 75 F/t).

Les prix indiqués en caractères gras dans le tableau avaient été fixés par les producteurs.

Les primes de provenance étaient maintenues pour les charbons maigres, de même que les primes de qualité en vigueur dans le précédent barème.

Le barème du 1<sup>er</sup> avril 1957 est resté en vigueur jusqu'au 5 novembre, date à laquelle la Haute Autorité a fait adopter par les charbonnages belges une nouvelle classification des houilles, en harmonie avec celles des autres pays de la communauté.

In vergelijking met het barema van 14 januari zijn de prijzen, in dit barema aangeduid, als volgt gestegen :

- 1) Verhoging van de prijs van schlamm (35 F/t),  
Verhoging van de prijs van stofkolen (60 F/t),  
Verhoging van de prijs van mixtekolen (35 F/t) ;
- 2) Verhoging van de prijs van gewassen fijnkolen (van 40 tot 60 F/t) ;
- 3) Verhoging van de prijs van gesorteerde kolen (van 40 tot 100 F/t),  
Vaststelling van de prijs van brokken 80/120, 3/4 vetkool, op 1.040 F/t ;
- 4) Verhoging van de prijzen van stukkolens en klompen (van 50 tot 75 F/t).

De prijzen in bovenstaande tabel in vetjes aangeduid, werden door de producenten vastgesteld.

De premie van herkomst werd voor de magere kolen behouden, evenals de kwaliteitspremiën die in het vorig barema toegelaten waren.

Het barema van 1 april 1957 is tot 5 november 1957 van kracht gebleven ; op die datum heeft de Hoge Autoriteit in de Belgische kolenmijnen een nieuwe indeling van de kolen ingevoerd, die op deze van de overige landen van de Gemeenschap afgestemd was.

En rapport avec ce changement de classification un nouveau barème de vente a été mis en vigueur à la date du 6 novembre 1957.

In verband met deze nieuwe indeling werd op 6 november 1957 een nieuw barema van kracht.

BAREME DES PRIX DE VENTE DES CHARBONS BELGES A PARTIR DU 6-11-1957  
BAREMA VAN DE VERKOOPPRIJZEN DER BELGISCHE KOLEN VANAF 6-11-1957

SORTES SOORTEN	Calibre en mm  Dikte in mm	Teneur en Gehalte		Gras B Vetkool B		Gras A Vetkool A		3/4 gras 3/4 vetkool	1/2 gras 1/2 vetkool	Maigres Magerkool	Anthracites Anthraciet
		cendres as %	eau water %	Campine Kempen	Sud Zuider- bekken	Campine Kempen	Sud Zuider- bekken				
Teneurs en matières volatiles - en % Gehalte aan vluchtige bestanddelen - %				> 28		> 20 à 28		> 18 à 20	> 14 à 18	> 10 à 14	≤ 10
Schlamms . . . . .		20	20	485	500	485	500	500	500	500	500
Poussiers bruts — Stofkolen . . . . .	0/2	20	3	715	735	715	735	735	735	735	735
» » . . . . .	0/5	20	3	725	745	725	745	745	745	745	745
Mixtes — Mixtekolen . . . . .		20	7	685	700	685	700	700	700	700	700
Fines lavées — Gewassen fijnkolen . . . . .	0/5 - 0/6	10	7	—	—	—	—	—	865	865	865
» » . . . . .	2/5 - 2/6	10	7	—	—	—	—	—	885	885	885
» » . . . . .	4/6	10	7	—	—	—	—	—	—	955	955
» » . . . . .	0/10	10	7	845	865	865	865	885	885	885	885
Classés : — Gesorteerde kolen :											
Grains — Korrels . . . . .	5/10	8	6	890	925	890	925	925	990	1 025	1 050
» » . . . . .	6/12	8	6	—	—	—	—	—	—	1 100	1 125
Braïsettes — Braïsetten . . . . .	10/18 - 10/20	6 à 9	6	900	935	910	945	1 005	1 205	1 325	1 350
» » . . . . .	12/22	6 à 8	5	—	—	—	—	—	1 265	1 505	1 530
» » . . . . .	18/30 - 20/30	6 à 8	5	925	960	945	980	1 200	1 515	1 705	1 730
Têtes de moineaux — Mussenkoppen	30/50	5 à 8	5	945	980	965	1 000	1 230	1 505	1 580	1 605
Gaïlletins — Brokken . . . . .	50/80	5 à 8	5	945	980	965	1 000	1 125	1 375	1 425	1 450
» » . . . . .	80/120	5 à 8	5	925	960	945	980	1 075	1 235	1 265	1 290
Criblés — Stukkolen . . . . .	> 80 mm	4 à 7	3	925	960	945	980	1 075	1 160	1 180	1 205
Gaïlletteries — Klompen . . . . .	> 120 mm	4 à 7	3	—	—	—	—	—	1 160	1 180	1 205

Ce dernier barème apporte à la fois une modification dans le prix de vente de certaines qualités et une modification dans la classification des charbons belges, et se caractérise par des prix de vente différents pour le bassin de la Campine et pour les bassins du Sud

Les premiers n'ont pas été modifiés, tandis que les différentes sortes des mêmes catégories produites dans les bassins du Sud accusent des hausses de 15 à 35 F par rapport au barème précédent.

Dans les autres catégories, les hausses se situent dans les mêmes limites, sauf pour la classe des « anthracites » (charbons maigres à moins de 10 % de matières volatiles) dont les classés accusent une hausse de 50 F à la tonne.

Ce nouveau barème modifie également la classification des charbons belges. Cette modification trouve son origine dans les travaux entrepris depuis un certain temps par le Comité du charbon de la Commission économique pour l'Europe, qui ont abouti à l'élaboration d'une classification internationale des charbons.

Les producteurs belges se sont inspirés de la classification internationale, notamment en remplaçant la coupure à 12,5 % de matières volatiles par une coupure à 14 % et celle à 16 % de matières volatiles par 18 %.

Il faut cependant remarquer que la classification internationale fait encore appel à des paramètres de groupe et de sous-groupe, notamment à l'intérieur de la

Dit laatste barema voert voor bepaalde soorten nieuwe verkoopprijzen in en brengt tevens een nieuwe indeling van de Belgische kolen tot stand. Voor het Kempisch bekken en voor de Zuiderbekkens worden verschillende prijzen ingevoerd.

In het eerstgenoemde bekken werden de prijzen niet gewijzigd, terwijl die van de verschillende soorten van dezelfde categorieën in de zuiderbekkens met 15 tot 35 F per ton verhoogd werden.

Voor de andere categorieën zijn de verhogingen begrepen tussen dezelfde grenzen, behalve voor anthraciet (magerkool met minder dan 10 % vluchtige bestanddelen); in deze categorie is de prijs van de gesorteerde kolen met 50 F/ton gestegen.

Het nieuw barema brengt eveneens een nieuwe indeling van de Belgische kolen tot stand. Deze wijziging is de vrucht van de werkzaamheden die het Kolencomité van de Economische Commissie voor Europa sedert enige tijd ondernomen heeft en die geleid hebben tot een internationale indeling van de kolen.

De Belgische producenten hebben de internationale indeling aangenomen waar zij de grens van 12,5 % vluchtige bestanddelen vervangen hebben door 14 % en die van 16 % door 18 %.

Er weze nochtans opgemerkt dat in de internationale indeling nog beroep gedaan wordt op parameters van groepen en onderverdelingen van groepen, in het bij-

classe des charbons maigres (de 10 à 14 % de matières volatiles), dont les producteurs belges n'ont pas tenu compte.

Afin d'apprécier d'une manière exacte, le changement intervenu dans les prix du charbon belge à la date du 6 novembre 1957, il y a lieu de noter que si la production de l'année 1957 avait été vendue entièrement aux prix du barème n° 8 du 1<sup>er</sup> avril, le prix moyen en eût été de 911 F/t, tandis que si elle avait été écoulée aux prix du barème n° 9, cette même production se serait vendue 943 F/t; la hausse moyenne accusée par le barème du 6 novembre 1957 atteignait donc 32 F/t.

Dans le même ordre d'idées, les différents barèmes publiés au cours de l'année 1957, ont donné les prix de vente moyens suivants, en valorisant chaque fois toute la production aux prix du barème :

Barème n° 6, du 1-10-56 au 13-1-57 : 841 F/t.  
Barème n° 7, du 14-1-57 au 31-3-57 : 853 F/t.  
Barème n° 8, du 1-4-57 au 5-11-57 : 911 F/t.  
Barème n° 9, du 6-11-57 au 31-3-58 : 943 F/t.

zonder in de klasse van de magere kolen (van 10 tot 14 % vluchtige bestanddelen), waarmee de Belgische producenten geen rekening hebben gehouden.

Om de wijziging van de Belgische kolenprijzen op 6 november 1957 juist te beoordelen, dient men te weten dat indien de produktie van 1957 volledig zou verkocht geweest zijn tegen de prijzen van het barema n° 8 (1 april), de gemiddelde verkoopprijs 911 F/t zou bedragen hebben, terwijl dit 943 F/t zou geweest zijn indien de produktie volledig tegen de prijzen van het barema n° 9 zou afgezet geweest zijn; de gemiddelde prijsstijging ingevoerd door het barema van 6 november 1957 bedroeg dus 32 F/t.

Op dezelfde wijze berekend, d.w.z. de volledige produktie verkocht tegen de prijzen van het barema, zouden de verschillende in 1957 toegepaste barema's onderstaande gemiddelde verkoopprijzen opgeleverd hebben :

Barema n° 6, van 1-10-56 tot 13-1-57 : 841 F/t.  
Barema n° 7, van 14-1-57 tot 31-3-57 : 853 F/t.  
Barema n° 8, van 1-4-57 tot 5-11-57 : 911 F/t.  
Barema n° 9, van 6-11-57 tot 31-3-58 : 943 F/t.

### Production et prix du coke.

#### A. — Production.

La production de coke a marqué une légère diminution en 1957, par rapport à 1956 (— 1,6 %). Pour l'ensemble du Royaume, elle a atteint 7.156.474 tonnes.

### Produktie en prijzen van cokes.

#### A. — Produktie.

In vergelijking met 1956 is de produktie van cokes in 1957 enigszins gedaald (— 1,6 %). Voor heel het Rijk bedroeg zij 7.156.474 ton.

TABLEAU N° 8 — TABEL 8

PRODUCTION DE COKE — PRODUKTIE VAN COKES

1.000 t

MOIS MAAND	Cokeries minières Cokesfabrieken van de mijnen	Cokeries sidérurgiques Cokesfabrieken in de staalnijverheid	Autres cokeries Andere cokesfabrieken	Royaume Het Rijk
1957 I	124,0	399,7	104,7	628,4
II	113,9	368,7	94,6	577,2
III	124,5	408,5	105,1	638,1
IV	119,5	395,4	103,0	617,9
V	121,8	407,2	106,4	635,4
VI	111,1	339,5	99,9	550,5
VII	103,7	259,5	99,8	463,0
VIII	121,7	388,3	98,3	608,3
IX	115,3	387,8	96,0	599,1
X	116,5	409,9	95,5	621,9
XI	111,6	400,4	87,7	599,7
XII	114,8	411,6	90,6	617,0
Total - 1957 - Totaal	1 398,4	4 576,5	1 181,6	7 156,5
Total 1956 (1) Totaal	1 411,2	4 636,2	1 223,1	7 270,5
» 1955 (1) »	1 179,4	4 369,6	1 049,0	6 598,0
» 1954 (1) »	1 079,3	4 077,0	990,5	6 146,8
» 1953 (1) »	960	3 920	1 065	5 945
» 1952 (1) »	1 161	4 047	1 199	6 407

(1) Chiffres définitifs de la statistique annuelle (petit coke compris).

(1) Definitieve cijfers van de jaarstatistiek (fijne cokes inbegrepen).

**B. — Prix.**

Le Gouvernement belge avait depuis 1949 replacé le prix de vente du coke sous le régime du prix normal ; la Haute Autorité en reprenant les attributions du Gouvernement belge en la matière n'a pas imposé de prix de vente aux cokeries belges, mais en fonction de la décision du 12 février 1953 relative à la publication des barèmes, les diverses entreprises ont été tenues de rendre publics leurs prix de vente.

Le prix de la tonne de gros coke métallurgique, qui avait atteint, dans la majorité des cas, 1400 francs en octobre 1956, s'est maintenu à ce niveau jusqu'en avril 1957, époque à laquelle toutes les cokeries ont annoncé de nouvelles hausses de 20 à 75 francs la tonne.

En moyenne le prix du gros coke atteignit alors son maximum à 1.425 F/t.

En octobre 1957 la plupart des cokeries (10) ont réduit leurs prix pour le gros coke métallurgique, de 25 à 100 F à la tonne ; dans la plupart des cas la baisse a été de 50 F/t de sorte que le prix le plus couramment pratiqué était en fin d'année de 1.375 F/t.

Les cotations des exportations vers les pays tiers ont encore dépassé sensiblement en moyenne, celles du marché intérieur au cours du premier semestre de 1957, comme en 1956.

Mais en fin d'exercice les cours ont subi l'influence de la récession naissante et la situation s'est inversée, les prix consentis à l'exportation étant souvent quelque peu inférieurs aux prix intérieurs, eux-mêmes en baisse comme on vient de le voir.

Les cokes classés ont suivi une évolution analogue. Seuls les poussières de coke restaient, dans quelques cas, en fin d'année, à un cours supérieur à celui de décembre 1956.

**Production et prix des agglomérés.****A. — Production.****B. — Prijzen.**

Sedert 1949 had de Belgische Regering de verkoopprijs van de cokes onder het regime van de normale prijs gesteld ; toen de Hoge Autoriteit de bevoegdheden van de Belgische Regering terzake overnam, heeft zij aan de Belgische cokesfabrieken geen verkoopprijzen opgelegd, maar krachtens de beslissing van 12 februari 1953 betreffende de publikatie van de barema's, waren de ondernemingen verplicht hun verkoopprijzen bekend te maken.

De prijs van de dikke hoogovenokes die in oktober 1956 bij de meeste producenten tot 1.400 F per ton gestegen was, is op dit peil blijven staan tot in april 1957, toen al de cokesfabrieken nieuwe verhogingen gaande van 20 tot 75 F per ton bekendmaakten.

Gemiddeld bereikte de prijs van de dikke cokes toen zijn hoogtepunt met 1.425 F/t.

In oktober 1957 hebben de meeste cokesfabrieken (10) hun prijzen voor dikke hoogovenokes met 25 à 1000 F per ton verminderd ; in de meeste gevallen bedroeg de vermindering 50 F/t zodat op het einde van 1957 de meest gebruikte prijs 1.375 F per ton was.

Zoals in 1956 hebben de prijzen van de uitvoer naar derde landen tijdens het eerste halfjaar van 1957 de prijzen op de binnenlandse markt nog aanzienlijk overtroffen.

Maar op het einde van het jaar hebben de prijzen de invloed ondergaan van de intredende recessie en is de toestand omgekeerd : de prijzen voor uitgevoerde cokes waren vaak enigszins lager dan die van de binnenlandse markt, die zoals wij daareven zagen, zelf gedaald waren.

De gesorteerde cokes hebben een gelijkaardige evolutie gekend. Alleen de prijs van cokesgruis was op het einde van 1957 in enkele gevallen hoger dan die van 1956.

**Produktie en prijzen van agglomeraten.****A. — Produktie.**

TABLEAU N° 9 — TABEL 9  
PRODUCTION D'AGGLOMERES  
PRODUKTIE VAN AGGLOMERATEN

MOIS — MAAND		Royaume — Het Rijk	
		1.000 t	
1957	I . . . . .		173,0
	II . . . . .		173,4
	III . . . . .		172,2
	IV . . . . .		153,3
	V . . . . .		143,9
	VI . . . . .		140,7
	VII . . . . .		114,9
	VIII . . . . .		149,8
	IX . . . . .		146,6
	X . . . . .		168,9
	XI . . . . .		150,8
	XII . . . . .		134,8
Total	1957 Totaal . . . . .		1 822,3
»	1956 (1) Totaal . . . . .		1 827,0
»	1955 (1) » . . . . .		1 554,1
»	1954 (1) » . . . . .		1 378,3
»	1953 (1) » . . . . .		1 332,6
»	1952 (1) » . . . . .		1 482,9

(1) Chiffres définitifs de la statistique annuelle

(1) Definitieve cijfers van de jaarstatistiek.

Dans l'ensemble, la production d'agglomérés s'est maintenue sensiblement au même niveau en 1957 qu'en 1956. Mais si l'on compare les productions mensuelles on constate que celles du 1<sup>er</sup> trimestre 1957 étaient largement supérieures à celles des mois correspondants de 1956, tandis que celles des neuf mois suivants à une exception près, leur sont systématiquement inférieures, avec un écart maximum en décembre.

### B. — Prix.

Les agglomérés de houille étant soumis à la juridiction de la C.E.C.A., leur prix de vente est fixé par cet organisme en même temps que celui du charbon.

Comme ceux des charbons, les prix de vente des agglomérés ont été modifiés par la Haute Autorité le 14 janvier, le 1<sup>er</sup> avril et le 6 novembre 1957.

Le tableau ci-dessous donne l'évolution du prix des agglomérés depuis le 1<sup>er</sup> octobre 1956.

In het algemeen was de produktie van agglomeraten in 1957 nagenoeg gelijk aan die van 1956. Maar wanneer men de produktiecijfers van de gelijknamige maanden vergelijkt, stelt men vast dat de maandproduktie tijdens het eerste kwartaal van 1957 telkens aanzienlijk groter was dan die van de gelijknamige maand van 1956, terwijl dit tijdens de volgende negen maanden, op één maand na, juist omgekeerd was. In december was het verschil het grootst.

### B. — Prijzen.

Aangezien de steenkoolagglomeraten tot de bevoegdheid van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal behoren, wordt de verkoopprijs er van, samen met de prijs van de kolen, door deze instelling vastgesteld.

Zoals voor de kolen werden de verkoopprijzen van de agglomeraten door de Hoge Autoriteit gewijzigd op 14 januari, op 1 april en op 6 november 1957.

Onderstaande tabel geeft de verschillende prijzen weer sedert 1 oktober 1956.

SORTES SOORTEN	Poids Gewicht	Teneur en cendres eau Gehalte as water		Barème en vigueur — Officieel barema				
				du van au tot	1-10-1956 13-1-1957	du van au tot	14-1-1957 31-3-1957	du van au tot
<i>Briquettes Briketten</i>				$\frac{1}{2}$ gras $\frac{1}{2}$ vetkool	$\frac{1}{2}$ gras $\frac{1}{2}$ vetkool	$\frac{1}{2}$ gras $\frac{1}{2}$ vetkool	$\frac{1}{2}$ gras $\frac{1}{2}$ vetkool	
Type marine	10 kg	9 à 10	5	1 055	1 070	1 135	1 155	
Type II	10 kg	9 à 10	5	1 030	1 045	1 110	1 130	
<i>Boulets Eierkolen</i>				$\frac{1}{2}$ gras et maigre $\frac{1}{2}$ vetkool & magerkool	$\frac{1}{2}$ gras et maigre $\frac{1}{2}$ vetkool & magerkool	$\frac{1}{2}$ gras et maigre $\frac{1}{2}$ vetkool & magerkool	$\frac{1}{2}$ gras, maigre et anthracite $\frac{1}{2}$ vetkool, magerkool en anthraciet	
	20 g	< 8	—	1 125	1 140	1 235	1 255	
	45 g	8 à 10	—	1 055	1 070	1 155	1 175	
	100 g	10/14	—	1 010	1 025	1 100	1 120	
		> 14	—	965	980	1 045	1 065	

### Revue du marché charbonnier belge.

Le tableau n° 10 donne l'aspect général du marché charbonnier belge au cours de l'année 1957, et la comparaison de ces chiffres avec ceux de l'année 1956.

### Overzicht van de Belgische kolenmarkt.

Tabel 10 geeft een algemene kijk op de Belgische kolenmarkt in 1957. Ter vergelijking zijn ook de cijfers van 1956 aangeduid.

TABLEAU N° 10 — TABEL 10

ASPECT DU MARCHÉ CHARBONNIER BELGE EN 1957  
 OVERZICHT VAN DE BELGISCHE KOLENMARKT IN 1957

1.000 t

	1956			1957 <sup>(1)</sup>		
	Charbon Kolen	Agglomérés Agglomeraten	Cokes Cokes	Charbon Kolen	Agglomérés Agglomeraten	Cokes de four Ovencokes
1. Production — Produktie . . . . .	29 461	1 827	7 270	29 001	1 822	7 157
2. Importations — Invoer . . . . .	4 787	72	137	5 102	104	191
3. Stocks au 1 <sup>er</sup> janv — Voorraden op 1 januari . . . . .	445 <sup>(2)</sup>	7 <sup>(4)</sup>	72 <sup>(6)</sup>	252 <sup>(3)</sup>	6 <sup>(5)</sup>	87
4. Récupérations d'anciens terrils — Uit oude steenstorten gewonnen .	94	—	—	201	—	—
5. Disponibilités belges — Beschik- baar in België . . . . .	34 787	1 906	7 479	34 440	1 932	7 435
6. Consomm. propre des product. et fournit. au personnel — Door de produc. zelf verbruikt en geleverd aan het personeel . . . . .	3 053	192	149	2 860	189	154
7. Fournitures à l'intérieur — Leve- ringen in België . . . . .	27 022	1 066	6 317	26 071	1 012	6 139
8. Exportations — Uitvoer . . . . .	4 463	642	926	3 962	708	903
9. Stocks au 31 déc. — Voorraden op 31 december . . . . .	249 <sup>(3)</sup>	6 <sup>(5)</sup>	87	1 547 <sup>(7)</sup>	23 <sup>(8)</sup>	239 <sup>(9)</sup>

(1) Chiffres provisoires.

(2) Y compris 76.000 t en stock chez les importateurs.

(3) Y compris 72.000 t en stock chez les importateurs.

(4) Stock rectifié, y compris 1.000 t en stock chez les im-  
portateurs.(5) Stock rectifié, y compris 1.000 t en stock chez les im-  
portateurs.(6) Stock rectifié, y compris 1.000 t en stock chez les im-  
portateurs.

(7) Y compris 134.000 t en stock chez les importateurs.

(8) Y compris 2.000 t en stock chez les importateurs.

(9) Y compris 2.000 t en stock chez les importateurs.

(1) Voorlopige cijfers.

(2) 76.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(3) 72.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(4) Verbeterde hoeveelheid, 1.000 t in voorraad bij de im-  
porteurs inbegrepen.(5) Verbeterde hoeveelheid, 1.000 t in voorraad bij de im-  
porteurs inbegrepen.(6) Verbeterde hoeveelheid, 1.000 t in voorraad bij de im-  
porteurs inbegrepen.

(7) 134.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(8) 2.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(9) 2.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

Le tableau n° 11 donne le détail des fournitures au marché intérieur d'après les différents secteurs de consommation. Le tableau a été complété au moyen des fournitures de coke de gaz, de briquettes de lignite et de semi-coke de houille.

In tabel 11 zijn de leveringen in België ingedeeld volgens de verschillende verbruikssectoren. Ook de leveringen van gascokes, bruinkoolbriketten en steenkoolhalfcokes zijn in deze tabel aangeduid.

TABLEAU N° 11 — TABEL 11  
FOURNITURES AU MARCHÉ INTERIEUR EN 1957  
LEVERINGEN OP DE BINNENLANDSE MARKT IN 1957

Secteurs de consommation Verbruiksectoren	Charbon Kolen	Agglomérés Agglomeraten	Cokes de four Ovencokes	Cokes de gaz Gascokes	Lignites Bruinkool	Semi-coke de houille Steenkool- halfcokes
Cokeries et usines à gaz — Cokes- en gasfabrieken . . . . .	9 320	—	—	—	—	—
Fabriques d'agglom. — Briketfabr.	1 713	—	—	—	—	—
Centrales électr. — Electr. centrales	3 881	2	51	—	1	—
Transports — Vervoer . . . . .	1 005	124	15	—	—	—
Sidérurgie — IJzer- en staalnijverh.	176	38	5 167	—	—	—
Autres industries — Overige nijver- heidstakken . . . . .	3 956	122	751	1	12	—
Foyers domest. et artisanat — Huis- brand en kleinbedrijf . . . . .	6 020	726	155	1	96	—
<i>Total — Totaal . . . . .</i>	<i>26 071</i>	<i>1 012</i>	<i>6 139</i>	<i>2</i>	<i>109</i>	<i>—</i>

Par rapport à l'année 1956, le marché intérieur belge a réduit ses achats de charbon d'environ 500.000 tonnes. Seules les centrales électriques ont développé les leurs de près de 800.000 tonnes.

Les diminutions de fournitures se répartissent comme suit parmi les autres secteurs de consommation :

Cokeries . . . . .	— 0,4 (million de tonnes)
Transports . . . . .	— 0,3 »
Sidérurgie . . . . .	— 0,1 »
Autres industries . . . . .	— 0,4 »
Foyers domest. et artisanat	— 0,2 »

Les tableaux n<sup>os</sup> 12, 13, 14 et 15 donnent respectivement les détails des importations et des exportations par pays d'origine et de destination. Les renseignements figurant dans ces tableaux ont été établis au moyen de données fournies par les producteurs et par les importateurs, et ne concernent que la Belgique.

Les chiffres officiels de l'Union économique Belgo-Luxembourgeoise, établis par l'Administration des Douanes, seront donnés dans la statistique définitive.

La comparaison du commerce extérieur de 1957 avec celui de 1956 se caractérise par une nouvelle augmentation des importations de charbon, qui dépassent de 6,6 % celles de 1956 et par une nouvelle diminution de quelque 500.000 t du volume des exportations (— 11,2 %).

Les mêmes tendances se sont manifestées sur le marché des cokes à l'inverse de ce qui s'était produit en 1956 : cette fois les importations de toutes espèces de coke ont sensiblement augmenté, elles aussi, (+ 40 % presque pour le coke de four, + 112 % pour le coke de gaz, + 46 % pour l'ensemble des cokes et semi-cokes) tandis que les exportations diminuaient de 2,4 % en volume.

In vergelijking met 1956 heeft de Belgische markt in 1957 ongeveer 500.000 ton kolen minder gekocht. Alleen de elektrische centrales hebben ongeveer 800.000 ton meer gekocht.

De vermindering wordt als volgt onder de verschillende sectoren verdeeld :

Cokesfabrieken . . . . .	— 0,4 (miljoen ton)
Vervoer . . . . .	— 0,3 »
IJzer- en staalnijverheid . . . . .	— 0,1 »
Overige nijverheidstakken . . . . .	— 0,4 »
Huisbrand en kleinbedrijf . . . . .	— 0,2 »

In de tabellen 12, 13, 14 en 15 zijn de ingevoerde en de uitgevoerde hoeveelheden ingedeeld volgens het land van herkomst of van bestemming. Deze inlichtingen steunen op de aangiften van de producenten en van de importeurs ; zij betreffen uitsluitend België.

De officiële cijfers van de Belgisch-Luxemburgse Economische Unie, door het Tolbestuur opgemaakt, zullen in de definitieve statistiek gepubliceerd worden.

Als wij de buitenlandse handel van 1957 vergelijken met die van 1956, stellen wij opnieuw een aanzienlijke verhoging van de invoer van steenkolen vast. In 1957 bedroeg deze invoer 6,6 % meer dan in 1956.

Ook valt opnieuw een vermindering van de uitvoer waar te nemen ; deze daalde met nagenoeg 500.000 ton, d.i. met 11,2 %.

Op de cokesmarkt werd een gelijkaardige strekking waargenomen, in tegenstelling met wat zich in 1956 voordeed : voor alle cokessoorten werd een aanzienlijke stijging van de invoer waargenomen (haast + 40 % van ovencokes, + 112 % voor gascokes, + 46 % voor alle cokes en halfcokes samen), terwijl de uitvoer met 2,4 % terugliep.

TABLEAU N° 12 — TABEL 12  
 IMPORTATIONS BELGES DE CHARBON EN 1957  
 INVOER VAN STEENKOLEN IN BELGIE IN 1957

PROVENANCES LANDEN VAN HERKOMST	Groupe I Groep I	Groupe II Groep II	Groupe III Groep III	Groupe IV Groep IV	Groupe V Groep V	Groupe VI Groep VI	Groupe VII Groep VII	Total Totaal
Allemagne occidentale — West-Duitsland . . .	321 767	279 321	341 418	86 972	440 606	68 149	—	1 538 233
France — Frankrijk . . . . .	112 240	29 128	18 661	—	177 783	10 080	1 452	349 344
Pays-Bas — Nederland . . . . .	35 162	119 328	88 343	52 929	98 224	—	—	393 986
<i>Pays de la C.E.C.A. — Landen van de E.G.K.S.</i>	469 169	427 777	448 422	139 901	716 613	78 229	1 452	2 281 563
Irlande — Ierland . . . . .	1 289	—	—	—	—	—	—	1 289
Pologne — Polen . . . . .	—	—	—	—	—	32 810	—	32 810
Royaume-Uni — Verenigd-Koninkrijk . . . .	210 210	74 821	14 911	60 397	149 448	54 180	—	563 967
Etats-Unis d'Amérique — Verenigde Staten Am.	299 125	—	—	53 491	1 763 975	21 771	—	2 138 362
U.R.S.S. — U.S.S.R. . . . .	50 000	—	—	—	—	—	—	50 000
Afrique du Sud — Zuid-Afrika . . . . .	6 923	573	—	—	—	—	—	7 496
Maroc — Marokko . . . . .	16 254	—	—	—	—	—	—	16 254
Vietnam . . . . .	9 957	—	—	—	—	—	—	9 957
<i>Pays Tiers — Derde Landen</i> . . . . .	593 758	75 394	14 911	113 888	1 913 423	108 761	—	2 820 135
<i>Ensemble 1957 — Samen 1957</i> . . . . .	1 062 927	503 171	463 333	253 789	2 630 036	186 990	1 452	5 101 698
1956 . . . . .	1 014 946	489 957	266 487	135 506	2 718 313	161 432	500	4 787 141
1955 . . . . .	744 293	563 939	249 216	126 117	1 878 447	71 709	100	3 633 821
1954 . . . . .	554 031	391 663	327 118	96 266	2 281 053	74 522	—	3 724 653
<i>Mouvement des stocks chez les importateurs Schommeling der voorraden bij de importeurs</i> }	+ 43 789	+ 1 185	+ 291	+ 15 422	+ 7 067	— 6 740	—	+ 61 014
<i>Écoulement : — Afzet :</i>								
1. Marché intérieur — Binnenlandse markt	868 436	485 038	460 256	237 666	2 599 222	178 209	1 452	4 830 279
2. Réexportation — Wederuitvoer . . .	150 702	16 948	2 786	701	23 747	15 521	—	210 405

TABLEAU N° 13 — TABEL 13

IMPORTATIONS BELGES DE COKES, D'AGGLOMERES ET DE LIGNITE EN 1957

INVOER VAN COKES, AGGLOMERATEN EN BRUINKOOL IN BELGIE IN 1957

PROVENANCES LANDEN VAN HERKOMST	Coke de four — Ovencokes			Coke de gaz Gas- cokes	Semi-coke de houille Steenkool- halfcokes	Agglomérés — Agglomeraten			Lignite Bruinkool	Briquettes de lignite Bruinkool- briketten	Semi-coke de lignite Bruinkool- halfcokes
	+ 80 mm	— 80 mm	Total			Briquettes Briketten	Boulets Eierkolen	Total			
			Totaal					Totaal			
Allemagne occidentale — West-Duitsland . . .	28 582	51 565	80 147	8 285	—	488	47 526	48 014	2 808	99 511	113
Sarre — Saarland . . . . .	—	—	—	—	493	—	—	—	—	—	—
France — Frankrijk . . . . .	—	2 327	2 327	—	—	—	129	129	—	—	—
Pays-Bas — Nederland . . . . .	29 802	23 651	53 453	2 428	—	5 419	47 144	52 563	718	5 895	—
<i>Pays de la C.E.C.A. — Landen van de E.G.K.S.</i>	<i>58 384</i>	<i>77 543</i>	<i>135 927</i>	<i>10 713</i>	<i>493</i>	<i>5 907</i>	<i>94 799</i>	<i>100 706</i>	<i>3 526</i>	<i>105 406</i>	<i>113</i>
Allemagne orientale — Oost-Duitsland . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	180	—
Espagne — Spanje . . . . .	4 256	—	4 256	—	—	—	—	—	—	—	—
Royaume-Uni — Verenigd-Koninkrijk . . . . .	12 721	38 298	51 019	13 178	—	2 490	881	3 371	—	—	—
<i>Pays Tiers — Derde Landen . . . . .</i>	<i>16 977</i>	<i>38 298</i>	<i>55 275</i>	<i>13 178</i>	<i>—</i>	<i>2 490</i>	<i>881</i>	<i>3 371</i>	<i>—</i>	<i>180</i>	<i>—</i>
<i>Ensemble 1957 — Samen 1957 . . . . .</i>	<i>75 361</i>	<i>115 841</i>	<i>191 202</i>	<i>23 891</i>	<i>493</i>	<i>8 397</i>	<i>95 680</i>	<i>104 077</i>	<i>3 526</i>	<i>105 586</i>	<i>113</i>
1956 . . . . .	53 877	82 769	136 646	11 260	64	18 771	53 692	72 463	2 209	99 382	—
1955 . . . . .	78 381	63 070	141 451	68 512	4 973	6 756	44 227	50 983	418	97 226	—
1954 . . . . .	48 863	34 464	83 327	27 681	3 712	6 048	33 929	39 977	1 482	87 433	—
<i>Mouvement des stocks chez les importateurs Schommeling der voorraden bij de importeurs</i> }	+ 1 678	+ 635	+ 2 313	+ 38	—	— 242	+ 1 162	+ 920	—	—	—
<i>Écoulement : — Afzet :</i>											
1. Marché intérieur — Binnenlandse markt	73 683	113 392	187 075	23 000	493	8 639	94 518	103 157	3 526	105 586	113
2. Réexportation — Wederuitvoer . . . . .	—	1 814	1 814	853	—	—	—	—	—	—	—

t

TABLEAU N° 14 — TABEL 14  
 EXPORTATIONS BELGES DE CHARBON EN 1957  
 UITVOER VAN STEENKOLEN UIT BELGIE IN 1957

t

DESTINATIONS LANDEN VAN BESTEMMING	CHARBONS BELGES — BELGISCHE KOLEN							CHARBON IMPORTE INGEVOERDE KOLEN	TOTAL TOTAAL
	Maigres Magerkool	¼ gras ¼ vetkool	½ gras ½ vetkool	¾ gras ¾ vetkool	Gras A Vetkool A	Gras B Vetkool B	Total Totaal		
Allemagne occidentale — West-Duitsland	26 535	3 717	7 190	7 053	11 337	29 468	85,300	116 738	202 038
France — Frankrijk . . . . .	484 257	101 843	189 747	59 194	453 010	48 881	1 336 932	73 772	1 410 704
Italie — Italië . . . . .	14 030	210	61	—	3 212	5 690	23 203	—	23 203
Luxembourg — Luxemburg . . . . .	2 140	1 806	11 186	100	5 940	15 116	36 288	—	36 288
Pays-Bas — Nederland . . . . .	357 488	121 641	193 859	76 808	329 731	335 450	1 414 977	19 775	1 434 752
<i>Pays de la C.E.C.A. — Landen v.d. E.G.K.S.</i>	884 450	229 217	402 043	143 155	803 230	434 605	2 896 700	210 285	3 106 985
Finlande — Finland . . . . .	—	—	—	—	—	42 690	42 690	—	42 690
Norvège — Noorwegen . . . . .	—	—	—	—	—	19 457	19 457	—	19 457
Portugal . . . . .	—	—	—	—	2	50	52	—	52
Royaume-Uni — Verenigd-Koninkrijk . . . . .	—	—	—	—	20	615 979	615 999	—	615 999
Suède — Zweden . . . . .	—	—	—	—	—	14 834	14 834	—	14 834
Suisse — Zwitserland . . . . .	4 806	600	1 581	6 797	80 179	67 050	161 013	120	161 133
Congo Belge — Belgisch Kongo . . . . .	502	—	—	—	245	—	747	—	747
Autres pays — Overige landen . . . . .	—	—	—	—	90	10	100	—	100
<i>Pays Tiers — Derde Landen . . . . .</i>	5 308	600	1 581	6 797	80 536	760 070	854 892	120	855 012
<i>Ensemble 1957 — Samen 1957 . . . . .</i>	889 758	229 817	403 624	149 952	883 766	1 194 675	3 751 592	210 405	3 961 997
1956 . . . . .	916 504	71 857	705 174	210 735	877 567	1 464 096	4 245 933	216 804	4 462 737
1955 . . . . .	1 429 084	124 348	1 405 230	352 982	1 487 946	2 085 204	6 884 794	165 610	7 050 404
1954 . . . . .	1 059 908	88 000	1 342 621	354 102	855 017	1 881 209	5 580 857	100 023	5 680 880

TABLEAU N° 15 — TABEL 15

EXPORTATIONS BELGES DE COKEES ET D'AGGLOMERES EN 1957

UITVOER VAN COKES EN AGGLOMERATEN UIT BELGIE IN 1957

t

DESTINATIONS  LANDEN VAN BESTEMMING	COKE DE FOUR — OVENCOKES					COKE DE GAZ IMPORTE	AGGLOMERES — AGGLOMERATEN		
	Coke de four belge Belgische ovencokes			Coke de four importé	Total		INGE- VOERDE GASCOKES	Briquettes	Boulets
	+ 80 mm	— 80 mm	Total	Ingevoerde ovencokes	Totaal	Briketten		Eierkolen	Totaal
			Totaal						
Allemagne occidentale — West-Duitsland	7 754	1 493	9 247	—	9 247	—	—	57 298	57 298
Sarre — Saarland . . . . .	1 400	—	1 400	—	1 400	—	—	—	—
France — Frankrijk . . . . .	429 242	36 720	465 962	—	465 962	—	7 389	583 828	591 217
Italie — Italië . . . . .	—	403	403	—	403	—	—	—	—
Luxembourg — Luxemburg . . . . .	159 547	13 404	172 951	—	172 951	—	7 920	40	7 960
Pays-Bas — Nederland . . . . .	—	35 852	35 852	—	35 852	—	20	45 511	45 531
<i>Pays de la C.E.C.A. — Landen v.d. E.G.K.S.</i>	<i>597 943</i>	<i>87 872</i>	<i>685 815</i>	<i>—</i>	<i>685 815</i>	<i>—</i>	<i>15 329</i>	<i>686 677</i>	<i>702 006</i>
Autriche — Oostenrijk . . . . .	201	62	263	—	263	—	—	500	500
Danemark — Denemarken . . . . .	53 387	36 475	89 862	1 814	91 676	—	—	—	—
Hongrie — Hongarije . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	50	50
Norvège — Noorwegen . . . . .	10 028	12 557	22 585	—	22 585	—	—	—	—
Suède — Zweden . . . . .	44 678	38 327	83 005	—	83 005	—	—	—	—
Suisse — Zwitserland . . . . .	4 285	6 292	10 577	—	10 577	853	3 115	1 970	5 085
Congo Belge — Belgisch Kongo . . . . .	105	750	855	—	855	—	—	—	—
Egypte . . . . .	5 000	—	5 000	—	5 000	—	—	—	—
Autres pays — Overige landen . . . . .	3 143	300	3 443	—	3 443	—	—	—	—
<i>Pays Tiers — Derde Landen . . . . .</i>	<i>120 827</i>	<i>94 763</i>	<i>215 590</i>	<i>1 814</i>	<i>217 404</i>	<i>853</i>	<i>3 115</i>	<i>2 520</i>	<i>5 635</i>
<i>Ensemble 1957 — Samen 1957 . . . . .</i>	<i>718 770</i>	<i>182 635</i>	<i>901 405</i>	<i>1 814</i>	<i>903 219</i>	<i>853</i>	<i>18 444</i>	<i>689 197</i>	<i>707 641</i>
1956 . . . . .	701 736	216 234	917 970	7 620	925 590	1 005	22 005	619 598	641 603
1955 . . . . .	520 560	252 059	772 619	3 858	776 477	1 439	25 252	452 681	477 933
1954 . . . . .	634 843	251 464	886 307	1 600	887 907	314	27 534	297 917	325 451

Dans l'ensemble la balance du commerce extérieur des combustibles solides (houille, cokes, agglomérés de houille, lignite et agglomérés de lignite) n'accuse plus en 1957 qu'un excédent d'exportation de 43.224 tonnes contre 921.770 tonnes en 1956.

### Résultats d'exploitation

(Tableau n° 16)

Alles samen vertoont de balans van de buitenlandse handel van vaste brandstoffen (steenkolen, cokes, steenkoolagglomeraten, bruinkool en bruinkoolagglomeraten) in 1957 nog slechts een uitvoeroverschot van 43.224 t, tegen 921.770 t in 1956.

### Bedrijfsuitslagen

(Tabel 16)



Dans l'ensemble la réduction des taux de péréquation a entraîné une diminution de recettes de 1,39 F/t en

Voor alle mijnen samen heeft de vermindering van de perekwatietoelage de ontvangsten gemiddeld met

moyenne tandis que le relèvement des prix de vente a provoqué une augmentation de recettes de 174,51 F/t.

La comparaison de la valeur de la production aux dépenses totales de l'année, immobilisations comprises, permet de dégager le résultat d'exploitation, qui se traduit par une perte de 21,59 F/t pour l'ensemble des mines du pays. Les entreprises de Campine ont réalisé un bénéfice moyen de 57,70 F/t, tandis que celles des bassins du Sud accusaient encore une perte de 65,47 F/t, avec un minimum de 9,34 F/t pour le bassin de Charleroi et un maximum de 232,73 F/t au Borinage, équivalent à 22 % du coût de la production dans ce bassin.

Ce résultat d'exploitation ne correspond pas nécessairement au solde des chiffres de bilans des sociétés charbonnières, où les dépenses de premier établissement sont amorties en plusieurs années. L'évaluation administrative du résultat d'exploitation est faite suivant des règles fixées par les lois et arrêtés royaux en vue de la détermination de la redevance proportionnelle due par les concessionnaires de mines aux propriétaires du sol.

Pour obtenir le résultat final des houillères, il y a lieu d'ajouter au résultat d'exploitation les soldes des « comptes de résultat » qui sont :

1. Le solde éventuel de l'ancien Fonds de Solidarité ;
2. Les différences d'évaluation des matières consommées. Dans les comptabilités des charbonnages les matières consommées sont évaluées chaque mois au prix moyen d'achats récents, sans tenir compte du prix réel payé pour ces matières lors de leur entrée effective en magasin ;
3. Les subsides reçus de l'Etat par quatre mines marginales du Borinage et la subvention accordée par l'Etat au cours du premier trimestre 1957 en compensation des charges résultant de la réduction de la durée hebdomadaire du travail.

Cette dernière subvention a pris la forme d'une réduction des cotisations versées par les charbonnages au Fonds National de retraite des ouvriers mineurs, compensée par un subside équivalent de l'Etat à ce Fonds.

Dans le tableau n° 16 les cotisations au F.N.R.O.M. ont été comptées à leur taux normal en dépenses d'exploitation et le résultat a été rectifié par l'incorporation du subside de l'Etat, dans sa totalité, aux « comptes de résultat ».

Ces corrections ont eu pour effet de ramener les pertes des mines du bassin du Sud à 30,18 F/t et de porter le bénéfice des mines de Campine à 63,70 F/t (un peu plus de 8 % du coût de production).

Pour l'ensemble des mines du Royaume, le bénéfice final s'établit en conséquence à 3,27 F/t. Pour l'année 1956, le résultat correspondant des statistiques provisoires accusait un bénéfice de 6,67 F/t porté à 8,11 F/t, après rectification, dans les statistiques définitives ; en 1955, les statistiques définitives faisaient apparaître un bénéfice de 35,47 F/t.

Ainsi, malgré le relèvement substantiel des prix de vente des charbons, la situation financière d'ensemble, de l'industrie charbonnière belge s'est sensiblement aggravée en 1957.

1,39 F per ton doen dalen, terwijl de verhoging van de verkoopprijzen de ontvangsten met 124,51 F/t heeft doen stijgen.

Wanneer men de waarde van de produktie met de totale uitgaven van 1957 vergelijkt, de vastleggingsuitgaven inbegrepen, bekomt men de bedrijfsuitslag, die voor alle mijnen samen een verlies van 21,59 F/t aangeeft. De Kempische mijnen hebben een gemiddelde winst geboekt van 57,70 F, de mijnen van de zuiderbekkens een gemiddeld verlies van 65,47 F/ton, met een minimum van 9,34 F/t in het bekken van Charleroi en een maximum van 232,73 F/t in de Borinage, d.i. 22 % van de kostprijs in dit bekken.

Deze bedrijfsuitslag stemt niet noodzakelijk overeen met het saldo van de balansen van de ondernemingen, aangezien de inrichtingsuitgaven in de balans over verscheidene jaren afgeschreven worden. De administratieve raming van de bedrijfsuitslag geschiedt volgens de regelen die, voor de vaststelling van de door de koncessionaris aan de eigenaar van de bovengrond verschuldigde evenredige mijncijns, in wetten en koninklijke besluiten bepaald zijn.

Om de einduitslag van de mijnen te bekomen, dient men bij de bedrijfsuitslag de saldi van de « Uitslagrekeningen » te voegen, nl. :

1. Het gebeurlijk saldo van het voormalig Solidariteitsfonds ;
2. De verschillen voortspruitend uit de raming van verbruikte waren. In de boekhouding van de kolenmijnen worden de verbruikte waren elke maand geraamd volgens de gemiddelde prijs van de jongste aankopen, zonder dat rekening gehouden wordt met de prijs die werkelijk betaald werd op het ogenblik van de aankoop van deze waren ;
3. De toelagen door de Staat aan vier marginale mijnen van de Borinage verleend en de toelage die de Staat tijdens het eerste kwartaal van 1957 toegestaan heeft als compensatie voor de lasten veroorzaakt door de verkorting van de werktijd.

Deze laatste toelage werd verleend onder de vorm van een vermindering van de bijdragen die de kolenmijnen in het Nationaal Pensioenfonds voor Mijnwerkers moesten storten en waarvoor de Staat een toelage van hetzelfde bedrag aan genoemd Fonds heeft uitbetaald.

In tabel 16 werden de bijdragen bij het Nationaal Pensioenfonds voor Mijnwerkers voor het normaal bedrag bij de bedrijfsuitgaven gerekend ; de uitslag werd verbeterd door het volledig bedrag van de staatstoelage in de « uitslagrekeningen » te vermelden.

Door deze verbeteringen wordt het verlies van de mijnen in de zuiderbekkens beperkt tot 30,18 F/ton en de winst van de Kempische mijnen op 63,70 F/ton gebracht. (Iets meer dan 8 % van de produktiekosten).

Voor alle mijnen samen bedraagt de eindwinst bijgevolg 3,27 F/ton. Voor het jaar 1956 gaf de voorlopige statistiek een winst aan van 6,67 F/ton die na verbetering in de definitieve statistiek op 8,11 F/ton gebracht werd, terwijl de definitieve statistiek over het jaar 1955 een winst van 35,47 F/ton vermeldde.

Hieruit blijkt dat de financiële toestand van de Belgische steenkolenindustrie in haar geheel, ondanks een gevoelige verhoging van de verkoopprijzen van de kolen, in 1957 aanzienlijk verslecht is.

**TABLEAU**  
DES  
**MINES DE HOUILLE**

en activité

EN BELGIQUE

au 1<sup>er</sup> janvier 1958

---

**LIJST DER INBEDRIJFZIJNDE**  
**STEENKOLENMIJNEN**

IN BELGIE

op 1 januari 1958

---

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondé de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>BASSIN DU</b>					
<b>Blaton</b> 3,610 h. 74 a. 87 c.	Bernissart, Blaton, Bon-Secours, Grandglise, Harchies, Pommerœul, Ville-Pommerœul, Hensies.	Société anonyme des Charbonnages de Bernissart	Bernissart	Robert MAEYNS Direct. Gérant	Bernissart
<b>Hensies-Pommerœul et Nord de Quiévrain</b> 1,894 h. 78 a. 24 c.	Harchies, Hensies, Mont-rœul-sur-Haine, Pommerœul, Quiévrain, Thulin, Ville-Pommerœul.	Société anonyme des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul	Bruxelles	Jules BAUDRY Direct. Gérant	Pommerœul
<b>Hautrage et Hornu</b> 5,937 h.	Baudour, Boussu, Hautrage, Jemappes, Quaregnon, Tertre, Villeroit, Hornu, St-Ghislain, Wasmes, Wasmuël.	Société anonyme des Charbonnages du Hainaut.	Hautrage	Antoine LEFEBURE Direct. Gérant	Hautrage
<b>Ouest de Mons</b> 6,369 h. 98 a. 11c.	Audregnies, Raisieux, Boussu, Dour, Elouges, Hainin, Hensies, Hornu, Mont-rœul-sur-Haine, Pommerœul, Quiévrain, Thulin, Wihéries.	Société anonyme des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons	Boussu	René ANDRÉ Direct. Gérant	Dour
<b>Agrappe-Escouffiaux et Hornu et Wasmes</b> 3,751 h. 74 a. 74 c.	Asquillies, Boussu, Cibly, Cuesmes, Dour, Eugies, Flénu, Frameries, Genly, Hornu, Hyon, La Bouverie, Mesvin, Noïrchain, Pâturages, Quaregnon, Sars-la-Bruyère, Warquignies, Wasmes.	Société anonyme Cockerill-Ougrée  Division des Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes	Seraing	André DUPONT Direct. Gérant	Wasmes
<b>Rieu-du-Cœur</b> 926 h. 98 a. 84 c.	Baudour, Flénu, Jemappes, La Bouverie, Pâturages, Quaregnon, St Ghislain, Wasmes, Wasmuël.	Société anonyme des Charbonnages du Rieu du Cœur et de la Boule réunis.	Quaregnon	Jean VANWYENBERGH Direct. Gérant	Quaregnon
<b>Produits et Levant du Flénu</b> 9,380 h. 68 a. 80 c.	Asquillies, Baudour, Casteau, Cibly, Cuesmes, Erbisœul, Flénu, Frameries, Ghlin, Harmignies, Harveng, Hyon, Jemappes, Jurbise, Maisières, Masnuy-St-Jean, Mesvin, Mons, Nimy, Nouvelles, Quaregnon, St-Ghislain, St Symphorien, Spiennes, Wasmuël.	Société anonyme des Charbonnages et des Produits du Flénu	Cuesmes	Pierre LUDRU Direct. Gérant	Cuesmes

(1) Explication concernant le classement : nc = non classé; sg = siège sans grisou; 1 = siège à grisou de 1<sup>re</sup> catégorie; 2 = siège

(2) Chaque nombre est la moyenne arithmétique des nombres moyens d'ouvriers calculés mensuellement. Le nombre moyen mensuel

(3) La production de ce siège a été arrêtée pendant toute l'année 1957.

(4) Extraction arrêtée le 20 juillet 1957.

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1957 en tonnes		Nombre moyen des ouvriers occupés en 1957 (2)
NOMS ou NUMEROS a) en activité b) en préparation	Classement (1)	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	
<b>BORINAGE</b>							
a) Harchies	sg	Harchies	Adrien PATERNOSTRE (Fond) Hervé BAUDOUX (Surface)	Harchies Harchies	279.400	279.400	1.079
a) Sartis.	1	Hensies	Marcel CUCHE Gérard DAVIN (Fond et surface)	Pommerœul »	319.400	495.500	2.398
Louis Lambert.	3	»	Y. MARKOVITCH (Centrale et ateliers)	»	176.100		
a) Hautrage. Espérance Terre	sg sg sg	Hautrage Baudour Terre	Albert ANDRÉ (Fond et surface)	Quaregnon	217.080 254.930 380.890	852.900	3.996
a) n° 1 (Ferrand)	3	Elouges	Albert VERDONCK (Fond et surface)	Dour	123.450		
n° 4 (Alliance)	2	Boussu			108.940		
n° 5 (Sentinelle)	2	»			223.660	647.000	3.172
n° 9 (St-Ant)	2	»			108.430		
Ste-Catherine	3	»			82.520		
a) n° 7-8	2	Hornu	Jean GARAIN (Fond)	Hornu	142.330		
n° 7 (St-Ant.) (3)	3	Wasmes	Jean GODFROID (surface)	Wasmes	—	654.000	3.269
n° 3-5 (4)	2	»			59.520		
n° 10 (Grisœuil)	3	Pâturages			108.700		
n° 3 (Grand Trait)	3	Frameries			87.200		
n° 7-12 et 11 (Cra- chet)	3	»			256.550		
a) n° 2	3	Quaregnon	Roger BOLLE (Fond) Gaston VANDERAUWERA Surface et Serv. électr.	Quaregnon Quaregnon	286.480	286.480	1.349
a) n° 28 Nord	1 3	Jemappes Quaregnon	Albert DUPONT (Fond)	Jemappes	207.790 108.430	788.700	3.863
n° 17(1)	2	Cuesmes	Emile DUTILLEUL (Fond)	Cuesmes	3.870 151.400 317.210		
n° 14-Heribus	2	»	Fernand CUCHE (surface)	Cuesmes			
b) n° 15	n.c.	»					

à grisou de 2<sup>e</sup> catégorie; 3 = siège à grisou de 3<sup>e</sup> catégorie  
est égal au total des journées prestées pendant les jours d'extraction, divisé par le nombre de jours d'extraction.

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondé de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>BASSIN DU</b>					
<b>Saint-Denis, Obourg, Havré</b> 3,182 h. 71 a. 25 c.	Boussoit, Bray, Havré, Maurage, Obourg, Saint-Denis.	Société anon. des Charbonnages du Bois-du-Luc	Houdeng- Aimeries	Maurice VAN PEL Directeur Général	Houdeng- Aimeries
<b>Maurage et Boussoit</b> 750h. 75a.	Boussoit, Bray, Havré, Maurage, Strépy, Thieu, Trivières.	Société anonyme des Charbonna- ges de Maurage	Maurage	Henri PILETTE Direct. Gérant	Maurage
<b>Strépy et Thieu</b> 3,070 h.	Boussoit, Gottignies, Houdeng - Aimeries, Maurage, Strépy, Thieu, Trivières, Ville-sur-Haine	Société anonyme des Charbonna- ges de Strépy- Bracquegnies.	Strépy	Maurice THERASSE Direct. Gérant	Strépy
<b>Bois du Luc, La Barette et Trivières</b> 2,525 h.	Bray, Houdeng-Aime- ries, Houdeng - Goe- gnies, La Louvière, Maurage, Péronnes, Strépy, Trivières.	Société anon. des Charbonnages du Bois-du-Luc	Houdeng- Aimeries	Maurice VAN PEL Directr. Général	Houdeng- Aimeries
<b>La Louvière et Sars- Longchamps</b> 1,102 h. 16 a.	Haine-St-Paul, La Louvière, St-Vaast.	Société anonyme des Charbonna- ges de La Lou- vière et Sars- Longchamps	Saint-Vaast	Jacques-M. LAMARCHE Admin -délégué Direct. Général	Ixelles
<b>Mariemont Bascoup</b> 4,432 h. 55 a. 32 c.	Bellecourt, Bois - d'Hai- ne, Carnières, Cha- pelle - lez-Herlaimont, Fayt-lez-Manage, For- chies - la-Marche, Go- darville, Gouy-lez-Pié- ton, Haine - St - Paul, Haine - St - Pierre, La Hestre, La Louvière, Manage, Mont - Ste - Aldegonde, Morlan- welz, Piéton, Souvret, Trazegnies	Société anonyme des Charbonna- ges de Marie- mont-Bascoup	Morlanwelz	Paul DUMONT Directeur- Gérant	Morlanwelz
<b>Ressaix, Leval Péronnes, Ste-Aldegonde et Houssu</b> 3,231 h. 62 a. 48 c.	Anderlues, Binche, Bu- vrinnes, Epinois, Hai- ne-Saint-Paul, Haine- St-Pierre, La Lou- vière, Leval-Trahe- gnies, Mont Ste Al- degonde, Morlanwelz, Péronnes, Ressaix, St Vaast, Trivières, Wau- drez.	Société anonyme des Charbonna- ges de Ressaix, Leval, Péronnes, Ste - Aldegonde et Genck	Ressaix	Edgard STEVENS Direct. Gérant	Haine- St Paul

(1) Fusionné en 1957 avec St-Albert.

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1957 en tonnes		Nombre moyen des ouvriers occupés en 1957
NOMS ou NUMEROS a) en activité b) en préparation	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	
<b>CENTRE</b>							
a) Beaulieu	1	Havré	Maurice MOLINE (Fond) Jules SOLBREUX (Surface)	Havré Havré	225.300	225.300	708
a) La Garenne Marie-José	2-3 1-3	Maurage »	Pierre ANDRE (Fond) René LANCEL (Fond) Marcel BOUTON (surface)	Maurage » »	279.254 278.958	558.212	2.969
a) St-Julien	2	Strépy	Franz JADIN (Fond et surface)	Strépy	194.050		
St-Henri	1	Thieu			208.350	402.400	1.992
a) St-Emmanuel	1	Houdeng-Aime- [ries	Hubert GHINET (Fond)	Houdeng-Aimeries	101.940		
Le Quesnoy	1-2	Trivières	Jacques SIMONIS (Fond) Jules SOLBREUX (Surface) Ghislain BIEVELEZ (surface)	Trivières Havré Houdeng-Aimeries	322.450	424.390	1.345
a) Albert 1 <sup>er</sup> St-Vaast	1-2	Saint-Vaast	Michel DUBOIS (Fond et surface)	St-Vaast	226.200	226.200	1.069
a) St-Arthur	1	Morlanwelz	Paul MINON (Fond et Surface)	Morlanwelz	381.411	745.600	3.577
n° 5	1	Trazegnies	Gaston MUSTIN (Fond et Surface)	Trazegnies	219.405		
n° 6	1	Piéton	Jules LION (Surface)	Morlanwelz	144.784		
a) Ste-Aldegonde(1)	3	Mont-St-Aldegonde	Robert JACOBY (Fond et surface)	Leval-Trahegnies	—		
St-Albert	3	Péronnes			373.870		
Ste-Marguerite	3	Péronnes	André TELLE (Fond et Surface)	Leval-Trahegnies	201.880	888.860	4.415
Ste-Elisabeth	2-3	»	Olivier DUBOIS (Fond et Surface)	Haine-St-Paul	154.130		
n° 8-10 Houssu	1	Haine-St-Paul	Léon CORNET (Lav. et transp) Joseph MCSTADE (Entret. surface)	Reusaix Leval-Trahegnies	158.980		

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondé de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>BASSIN DE</b>					
<b>Bois de la Haye</b> 2.089 h.	Anderlues, Buvrines, Carnières, Epinois, Leval, Trahegnies, Lobbes, Mont Ste Aldegonde, Mont Ste Geneviève, Piéton.	Société anonyme des Houillères d'Anderlues	Anderlues	Pierre BRISON Direct. Gérant	Anderlues
<b>Beaulieusart Lœrnes et Forte-Taille</b> 4.732 h. 64 a 96 c.	Anderlues, Fontaine-l'Évêque, Gozée, Landelies, Leernes, Lobbes, Marbaix-la-Tour, Marchienne-au-Pont, Monceau-sur-Sambre, Montignies-le-Tilleul, Mont Ste Geneviève, Monts/Marchienne, Thuin.	Société anonyme Aciéries et Minières de la Sambre Division: Charbonnages de Fontaine-l'Évêque	Monceau-sur Sambre	Louis ADAM Admin. délégué Directeur-gérant	Fontaine-l'Évêque
<b>Centre de Jumet</b> 2.308 h. 92 a. 26 c.	Gosselies, Heppignies, Jumet, Ransart, Roux, Thiméon, Viesville, Wayaux.	Société anonyme des Charbonnages du Centre de Jumet	Jumet	Lucien DESCAMPS Direct. Gérant	Jumet
<b>Monceau - Fontaine Marcinelle et Nord de Charleroi</b> 7.284 h. 31 a. 54 c.	Acoz, Anderlues, Bouffioux, Carnières, Chapelle-lez-Herlaimont, Charleroi, Couillet, Courcelles, Fontaine-l'Évêque, Forchies-la-Marche, Gerpennes, Goutroux, Joneret, Landelies, Leernes, Loverval, Marchienne-au-Pont, Marcinelle, Monceau s/Sambre, Montigny-le-Tilleul, Monts/Marchienne, Piéton, Roux, Souvret, Trazegnies.	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine	Monceau-s/Sambre	Jean LIGNY Directeur-gérant	Monceau s/Sambre
<b>Amercœur</b> 398h. 12 a. 80 c.	Jumet, Monceau s/Sambre, Roux	Société anonyme des Charbonnages d'Amercœur	Jumet	Guy VAN GEERSDAELE Dir.-gér.	Jumet
<b>Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis</b> 1,535 h. 93a. 81 ca.	Charleroi, Dampremy, Gilly, Jumet, Lodelinsart, Marchienne-au-Pont, Marcinelle, Monceau-sur-Sambre, Montignies-sur-Sambre, Ransart.	S. A. des Charbonnages Mambourg, Sacré-Madame et Poirier Réunis	Charleroi	Marcel DARGENT Directeur gérant	Lodelinsart
<b>Bois de Cazier, Marcinelle et du Prince</b> 875 h. 12 a. 7 c.	Couillet, Gerpennes, Jamioux, Loverval, Marcinelle, Mont-sur-Marchienne, Nalinnes.	Société anonyme du Charbonnage du Bois de Cazier	Marcinelle	Guy VAN GEERSDAELE Dir.-gér.	Jumet

(1) Dont 175.913 t provenant de l'exploitation de terrils à Roux, Courcelles, Marcinelle, Monceau-sur-Sambre et Fontaine-l'Évêque.

(2) Dont 27.518 t provenant de l'exploitation d'un terril à Lodelinsart.

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1957 en tonnes		Nombre moyen des ouvriers occupés en 1957
NOMS ou NUMEROS a) en activité b) en préparation	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	
<b>CHARLEROI-NAMUR</b>							
a) n° 6	3	Anderlues	Bernard HUBIN (fond) Marcel WILLEM (surface)	Anderlues Anderlues	328.270	328.270	1.509
a) n° 1	3	Fontaine-l'Évê- [que	Robert DEPASSE (Fond et surface)	Fontaine-l'Évêque	128.245	256.300	1.201
n° 2	3	»			58.430		
n° 3	3	Leernes			69.625		
a) St-Quentin St-Louis	1 1	Jumet »	Léon WATERSCHOOT (Fond et surface)	Jumet	94.430 97.570	192.000	771
<b>Direction de Forchies</b>							
a) n° 17	2	Piéton	Modeste COTON (fond)	Cource'les	96.265		
n° 8	2	Forchies-la-Mar- » [che			57.150		
n° 10	2	Souvret			146.905		
n° 6	1				214.450		
<b>Direction de Monceau</b>							
a, n° 14	2	Goutroux			137.070	1.856.318	6.784
n° 4	2	Monceau s/ Sbre	Modeste ALEXIS (fond)	Monceau s/Sambre	234.420	(1)	
n° 18 (Provid.)	2	Marchienne id.			169.915		
n° 19	2				158.220		
<b>Direction de Marcinelle</b>							
a) n° 24	3	Couillet	Alfred DELHAYE (fond)	Marcinelle	161.630		
n° 25 (Blanchis- serie)	3	Couillet	Jules ROUSSEAU (surface)	Montignies le Tilleul	173.560		
n° 23 (Cerisier)	3	Marcinelle			132.820		
a) Chaumonceau Belle-Vue	1 1	Jumet »	Alexandre DEWEZ (Fond et surface)	Jumet	95.950 68.140	212.698	1.139
Naye à Bois	1	Roux			48.608		
<b>Direction Nord</b>							
a) n° 1	2	Charleroi	François CHERON (Fond)	Marcinelle	166.372	742.910(2)	3.573
n° 2 SF	2	Lodelinsart			96.961		
Hamendes	1	Jumet			109.719		
<b>Direction Sud</b>							
a) St-Théodore	2	Dampremy	Joseph BOUTMANS (Fond)	Dampremy	117.433		
St-André	2	Montignies s/S.			63.846		
St-Charles	2	Montignies s/S.	Alfred BRICOUlt (Surface)	Charleroi	48.010		
Blanchisserie	2	Dampremy			113.251		
a) St-Charles	3	Marcinelle	Eugène JACQUEMYS (Surface) Adolphe CALICIS (Fond) Eugène JACQUEMYS (Enf <sup>t</sup> nouveau puits)	Marcinelle Marcinelle Marcinelle	22.188	22.188	266

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondé de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>Boubier</b> 780 ha. 43 a. 55 c.	Bouffiuoux, Châtelet, Châtelineau Couillet, Loverval	Société anonyme des Charbonna- ges de Boubier	Châtelet	Louis GHAYE Ingén.-Directeur	Châtelet
<b>Charbonnages Réunis du Centre de Gilly</b> 224 h. 96 a.	Charleroi, Gilly, Montig- ny-sur-Sambre	Société anonyme des Houillères Unies du Bassin de Charleroi	Gilly	Roger LEFEVRE Administrateur Gérant	Jumet
<b>Appaumée-Ran- sart, Bois du Roi et Fontenelle</b> 1,438 h. 20 a. 69 c.	Fleurus, Heppignies, Ran- sart, Wangenies				
<b>La Masse Saint-François</b> 302 h. 69 a. 23 c.	Farciennes, Roselies				
<b>Noël</b> 209 h.	Gilly	Société anonyme des Charbonna- ges de Noël-Sart Culpart	Gilly	Joseph QUESTIAUX Directeur- Gérant	Gilly
<b>Trieu-Kaisin</b> 733 h. 13 a.	Châtelineau, Gilly, Mon- tigny-sur-Sambre	Société anonyme des Charbonna- ges du Trieu- Kaisin	Châtelineau	Albert JACQUES Directeur- Gérant	Châtelineau
<b>Nord de Gilly</b> 155 h. 85 a. 60 c.	Châtelineau, Farciennes, Fleurus, Gilly	Société anonyme des Charbonna- ges du Nord de Gilly	Fleurus	Auguste GILBERT Administrateur Directeur- Gérant	Gilly
<b>Gouffre- Carabinier et Ormont réunis</b> 2.047 h. 37 a. 74 c.	Bouffiuoux, Châtelet, Châtelineau, Gilly, Piron- champs, Pont-de Loup et Presles	Société anonyme des Charbonna- ges du Gouffre	Châtelineau	Léon JOSSE Directeur- Gérant	Châtelineau
<b>Petit-Try, Trois Sillons Sainte-Marie Défoncement et Petit-Houilleur réunis</b> 528 h. 75 a. 64 c.	Farciennes, Fleurus, Lambusart	Société anonyme des Charbonna- ges du Petit-Try	Lambusart	Jean LEBORNE Directeur- Gérant	Lambusart
<b>Tergnée, Aiseau- Presle</b> 925 h. 42 a. 72 c.	Aiseau, Farciennes, Pont-de-Loup, Presles, Roselies (prov. de Hainaut) et Le Roux (pr. de Namur)	Société anonyme du Charbonnage d'Aiseau-Presle	Farciennes	Carlo HENIN Administrateur- délégué Directeur Général	Farciennes

Sièges d'extraction		Directeurs responsables		Production nette en 1957 en tonnes		Nombre moyen des ouvriers occupés en 1957	
NOMS ou NUMEROS a) en activité b) en préparation	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE		PAR CONCES- SION
a) n° 1	2	Châtelet	Léon CHALET (Fond et surface)	Châtelet	114.700	228.000	954
n° 2-3	2	Châtelet et Bouffoulx			113.300		
a) Vallées	2	Gilly	Gaston WAROQUIEZ (Fond)	Charleroi	118.742		533
a) n° 1 (Appaumée)	1	Ransart			69.519		526
n° 3 (Marquis)	1	Fleurus			65.282	331.918	
a) Sainte Pauline	2	Farciennes	Joseph BRENNET (Surface)	Châtelineau	78.375		339
a) St-Xavier	1	Gilly	Franz HUBERLAND (Fond et surface)	Gilly	100.090	100.090	556
a) n° 1 (Viviers) n° 8 (Pays-Bas)	2 2	Gilly Châtelineau	René SCHFIRLINCKX (Fond et surface)	Châtelineau	107.048 316.854	423.902	2.187
a) n° 1	1	Fleurus	André DUMOULIN (Fond) Hyppolite FONTAINE (Surface)	Fleurus Gilly	140.210	140.210	615
a) n° 7	2	Châtelineau			145.100		
n° 10	1	»	Albert COCHET (Fond et surface)	Châtelineau	176.000	473.000	2.248
n° 2-3	2	Châtelet			151.900		
a) Ste-Marie	1	Lambusart	Emile LAURENT (fond) Michel MAURE (surface)	Lambusart Lambusart	280.532	280.532	980
a) Tergnée Roselies	1 1	Farciennes Roselies	Achille LIÉNARD (Fond et surface)	Farciennes	214.970 122.340	337.310	1.392

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondé de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>Baulet, Velaine, Auvélais et Jemeppe</b> 2,183 h. 85 a. 85 c.	Fleurus, Lambusart, Wanfercée-Baulet (province de Hainaut) Auvélais, Jemeppe s/S Keumiée, Moignelée, Velaine, Tamines (prov. de Namur)	Société anonyme des charbonna- ges Elisabeth	Auvélais	Jean BURTON Directeur - Gérant	Auvélais
<b>Roton Ste-Catherine</b> 404 h. 79 a. 37 c.	Farciennes, Fleurus	Société anonyme des Charbonna- ges Réunis de Roton - Farciennes et Oignies- Aiseau	Tamines	Joseph MICHAUX Directeur - Gérant	Tamines
<b>Fallsolle et Oignies-Aiseau</b> 1,754 h. 15a. 12ca.	Aisemont, Arsimont, Auvélais, Fallsolle, Le Roux, Tamines. (Province de Namur) Aiseau, Presles, Roselies, (Province de Hainaut)				
<b>Bonne Espérance</b> 184 h. 54 a. 13 c.	Farciennes, Lambusart (Province de Hainaut) Moignelée (prov. de Namur)	Société anonyme des Charbonna- ges de Bonne- Espérance	Lambusart	Paul MÛLLEUR Directeur - Gérant	Moignelée
<b>Tamines</b> 696 h. 68 a. 57 c.	Aiseau (prov. de Hainaut) Auvélais, Keumiée, Moignelée, Tamines, Velaine (prov. de Namur)	Société anonyme des Charbonna- ges de Tamines	Tamines	Léon DELESPESSÉ Directeur-gérant	Tamines
<b>Groyne- Liégeois- Andenelle- Hautebise</b> 1078 h 30 a. 24ca.	Andenne, Bonneville Coutisse, Haltinne	Société anonyme des Charbonnages de Groyne-Liégeois	Andenne	Oscar BALTHAZAR Administrateur Directeur Gérant	Andenne

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1957 en tonnes		Σ
NOMS ou NUMEROS a) en activité b) en préparation	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	
a) Ste-Barbe b) Jemeppe	sg —	Wanfercée-Baulet Jemeppe	Albert LEPARLIER (Fond) Jean VAN LOON (Surface)	Wanfercée-Baulet Montignys/Sambre	163 300	163.300	808
a) Ste-Catherine Aulniats	1 1	Farciennes »	Omer DENIS (Fond et Surface)	Farciennes	204 000 256.000		1.825
a) n° 4 (St-Gaston)	1	Aiseau	Paul HENRY (Fond et surface) Frumence LEROT (Surface)	Aiseau Farciennes	113.400	573 400	456
a) n° 1	1.	Lambusart	Jean RYSENAER (Fond) Maurice WILMART (Surface)	Moignelée Moignelée	153.800	153.800	720
a) Ste-Eugénie Ste-Barbe	1 1	Tamines »	Marcel DUPUIS (Fond et surface)	Tamines	110.925 114.795	225.720	1.077
a) Groynne	sg	Andenne	Oscar BALTHAZAR (Fond et surface)	Andenne	32.236	32.236	114

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondé de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>BASSIN DE</b>					
<b>Espérance et Envoz</b> 882 h 00 a. 00 c.	Bas-Oha, Conthuin, Moha, Wanze.	Société anonyme des Charbonna- ges de Moha.	Moha	Alfred VILVORDER	Verviers
<b>Halbosart- Kivelterrie- Paix Dieu</b> 668 h. 01 a. 37 c.	Fize-Fontaine, Jehay-Bo- degnée, Villers-le-Bouillet	Société anonyme des Charbonnages de la Meuse ( en liquidation )	Villers le Bouillet	Jean AUSSELET Secrétaire du Colège des liquidateurs	Lodelinsart
<b>Bonnier</b> 355 h. 08 a. 20 c.	Grâce-Berleur, Hollogne- aux-Pierres, Loncin.	Société anonyme des Charbonnages du Bonnier	Grâce- Berleur	Georges GALAND Directeur-gérant	Montegnée
<b>Gosson-Kessales</b> 2.347 h 27 a. 37 c.	Chockier, Flémalle-Grande Flémalle - Haute, Grâce- Berleur, Hollogne - aux- Pierres, Horion - Hozé- mont, Jemeppe-sur- Meuse, Liège, Montegnée, Mons-lez-Liège, Seraing, Saint-Nicolas-lez-Liège, Tilleur, Velroux.	Société anonyme des Charbonna- ges de Gosson- Kessales	Tilleur	Robert DESSARD Adm. Directeur- Gérant.	Montegnée

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1957 en tonnes		Nombre moyen des ouvriers occupés en 1957
NOMS ou NUMEROS a) en activité b) en préparation	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	
<b>LIEGE</b>							
b) Moha	n.c.	Moha	Léon PHILIPPE	Andennelle	—	—	—
b) Ste-Marie	n.c.	Jehay-Bodegnée	Ferdinand CRAHAY	Trembleur	—	—	—
a) Péry	1	Grâce-Berleur	Maurice LOOP (Fond) Marcel CLAVIR (Surface) Marcel NIVELLES (Surface)	Montegnée Holloigne A/Pierres id.	149.400	149.400	781
<b>Division Gosson</b>			Agénor CORROENNE (fond-partie) Victor JAUMOTTE (fond-partie) (surface moins Horloz)	Montegnée Tilleur			
a) n° 1 (Gosson 1)	2	Montegnée	Victor BOULU (Horloz, surface) Louis RYCKEBOSCK (fond)	Jemeppe s/Meuse Montegnée	242.970 222.030		
no 2 (Gosson 2)	2	»	Victor JAUMOTTE (surface) Marius BOUDART (surface, triage-lavoir, Jemeppe)	Tilleur Tilleur		744.000	4.247
<b>Division Kessales</b>							
a) no 4 (Kessales-Bon Buveur)	2	Jemeppe s/Meuse	Yvan DELOGE (Fond) Gaston DAIX (surface)	Jemeppe s/Meuse Grivegnée	171.040		
no 5 (Grands Makets)	2	Jemeppe s/Meuse	Maurice GROVEN (Fond et surface)	Mons lez Liège	107.960		

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondé de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>Espérance et Bonne- Fortune</b> 494 h. 20 a. 92 c.	Alleur, Ans, Glain, Grâce- Berleur, Liège, Loncin, Montegnée, Saint Nicolas- lez-Liège.	Société anonyme des Charbonna- ges de l'Espé- rance et Bonne- Fortune.	Montegnée	Guy PAQUOT Directeur-gérant	Liège
<b>Ans</b> 719 h. 53 a. 38 c.	Alleur, Ans, Loncin, Rocour, Voroux-lez-Liers Vottem	Société anonyme des Charbonna- ges d'Ans et de Rocour.	Ans	Léon DEJARDIN Administ-gérant	Ans
<b>Patience- Beaujonc</b> 285 n. 45 a.	Ans, Glain, Liège	Société anonyme des Charbonna- ges de Patience et Beaujonc	Glain	Etienne DECAT Directeur-gérant	Ans
<b>Sclessin- Val Benoit</b> 1,204 h. 62 a 18 c.	Angleur, Embourg, Liège, Ougrée, St-Nicolas, Tilleur	Société anonyme du Charbonnage du Bois d'Avroy.	Sclessin	Louis NICOLAS Directeur	Liège
<b>Bonne Fin- Bâneux et Batterie</b> 1.051 h 04 a. 86 c.	Ans, Bressoux, Liège, Rocour, St-Nicolas, Vottem.	Société anonyme des Charbonna- ges de Bonne- Espérance, Bat- terie, Bonne Fin et Violette.	Liège	Raymond BIGEY Directeur-gérant	Liège
<b>Espérance Violette, et Wandre</b> 1.732 h. 78 a. 31 c.	Bellaire, Bressoux, Cheratte, Herstal, Jupille, Saive, Wandre				
<b>Abhooz et Bonne- Foi-Hareng</b> 2,189 h. 18a. 20 c.	Argenteau, Cheratte, Hermalle-sous-Argenteau, Hermée, Herstal, Liers, Milmort, Oupeye, Rocour, Vivegnis, Voroux-lez- Liers, Vottem, Wandre.	Société anonyme des Charbonna- ges d'Abhooz et Bonne - Foi-Ha- reng	Milmort	Albert LUMEN Direct.-gérant	Liège
<b>Grande-Bacnure et Petite-Bacnure</b> 511 h. 69 a. 52 c.	Herstal, Liège, Vottem.	Société anonyme des Charbonna- ges de la Grande- Bacnure	Vottem	Léon BRACONIER Administrateur Direct.-gérant	Vottem
<b>Belle-Vue et Bien-Venue</b> 202 h. 62 a. 84 c.	Herstal, Liège, Vottem.	Société anonyme des Charbonna- ges du Hasard	Micheroux	Marcel HULIN Direct.-gérant	Cheratte

Sièges d'extraction		Directeurs responsables			Production nette en 1957 en tonnes		Nombre moyen des ouvriers occupés en 1957
NOMS ou NUMEROS a) en activité b) en préparation	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	
a) Nouvelle-Espérance	2	Montegnée	André DUQUENNE	Grâce-Berleur	137 070	411.650	1.842
Bonne-Fortune	1	Ans	Gabriel NOË	Montegnée	154 500		
St-Nicolas	2	Liège	Pierre TENY	Liège	120.080		
a) Levant	1	Ans	Gaston MASQUELIER	Ans	110.240	110.240	518
a) Bure aux femmes	1	Glain	Michel ALLARD (fond)	Ans	186 300	186 300	1.127
			Marcel TINANT (Surface)	Ans			
a) Val Benoit	2	Liège	Jean ROUTHIAUX (Fond et service électrique)	Sclessin	77.270	77.270	407
			Antoine BROUHON (surface)	Liège			
a) Ste-Marguerite	1	Liège	Roger BOVY	Liège	156.900		2.011
Batterie	1	»	»	»	138.600	295.500	
b) Aumônier	2	»	Paul SALMON	»			
a) Siège Nord	1	Wandre	Raymond COLLIN (Fond et surface Div. Wandre)	Wandre			1.817
			Jules RENOTTE (Surface Div Bonne Espér.)	Liège	314.900	314.900	
a) Milmort	1	Milmort	Herman MAES	Milmort	93.800	93.800	604
a) Petite-Bacnure	1	Hers'al	Jean HUBERLAND (fond)	Herstal	291.600	291.600	1.663
			Emile BIHRT (surface)	Liège			
a) Belle-Vue	2	Herstal	René MARCHANDISE Rog. TOCHEPORT (Service électri. Fond et surface)	Herstal	105.860	105.860	595

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondé de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
<b>Cockerill</b> 308 h. 81 a. 05 c.	Jemeppe-sur-Meuse, Ougrée. Seraing, Tilleur,	Société anonyme Cockerill-Ougrée	Seraing	Ferrand Herlin Administrateur Direct.-Général  Raoul DUPRASNE Directeur	Ougrée  Liège
<b>Wérister</b> 2623 h. 11 a. 26 c.	Angleur, Ayeneux, Bey- ne-Heusay, Bressoux Chaufontaine, Ché- née, Fléron, Forêt, Grivegnée, Jupille, Magnée, Olne, Queue du Bois, Romsée, Vaux-s/Chèvremont.	Société anonyme des Charbonnages de Wérister	Romsée	René DESSARD Administrateur Direct. Gérant	Beyne- Heusay
<b>Quatre Jean et Pixherotte</b> 726 h. 16 a. 83 c.	Bellaire, Cerexhe - Heu- seux, Evegnée, Fléron, Jupille, Queue du Bois, Retinne, Saive, Ti- gnée, Wandre	Société anonyme des Charbonnages des Quatre-Jean de Retinne et Queue du Bois	Queue du Bois	Faul LEDENT Administrateur Direct.-Gérant	Jupille
<b>Hasard- Cheratte</b> 3,406 h, 66 a. 48 c.	Ayeneux, Barchon, Ce- rexhe - Heuseux, Che- ratte, Evegnée, Fléron, Housse, Magnée, Me- len, Micheroux, Mor- tier, Olne, Queue du Bois, Retinne, St Re- my, Saive, Soumagne Tignée, Trembleur, Wandre.	Société anonyme des Charbonnages du Hasard	Micheroux	Marcel HULIN Direct.-Gérant	Cheratte
<b>Micheroux</b> 107 h 50 a.	Micheroux, Soumagne	Société anonyme du Charbonnage du Bois de Mi- cheroux <i>en liquidation</i>	Soumagne	Collège des liquidateurs	—
<b>Herve Wergi- fosse</b> 1,943 h. 56 a. 07 c.	Ayeneux, Battice, Bol- land, Chaineux, Her- ve, Melen, Olne, Sou- magne, Xhendelesse.	Société anonyme de Charbonnages de Wérister	Romsée	René DESSARD Administrateur Direct. Gérant	Beyne- Heusay
<b>Minerie</b> 1,867 h. 67 a. 84 c.	Battice, Bolland, Char- neux, Clermont, Her- ve, Thimister.	Société anonyme des Charbonnages réunis de la Minerie	Battice	Emile DUMONT Administrateur Direct.-Gérant	Sclessin- Ougrée
<b>Argenteau- Trembleur</b> 964 h. 90 a. 87 c.	Argenteau, Cheratte, Dalhem, Feneur, Mor- tier, St-Remy, Trem- bleur.	Société anonyme des Charbonnages d'Argenteau	Trembleur	Jean AUSSELET Adm.-délégué	Lodelinsart

Sièges d'extraction		Directeurs responsables			Production nette en 1957 en tonnes		Nombre moyen des ouvriers occupés en 1957
NOMS ou NUMEROS a) en activité b) en préparation	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	
a) Colard	2	Seraing	Albert BANDE	Seraing	132.000	132.000	590
a) Romsée	2	Romsée	Arm. BOUCHE	Beyne-Heusay	407.800	407.800	1.518
a) Mairie	1	Queue du Bois	Norbert WATHIEU	Bellaire	122.000	122.000	544
a) Micheroux	2	Micheroux	Lucien LEGRAND	Micheroux	244.440	467.370	2.425
Cheratte	1	Cheratte	Joseph BERTHUS	Cheratte	222.930		
			Roger TOCHEPORT (serv. électrique fond et surface)	Micheroux			
a) Théodore	1	Soumagne	G. Guillaume JURDAN	Soumagne	27.480	27.480	108
a) José (anciennement Khawirs)	1	Battice	Léon RADERMECKER	Xhendelesse	134.800	134.800	598
a) Battice	1	Battice	Emile DUMONT (Fond) Raym. LECLERE (Surface)	Sclessin-Ougrée Battice	113.300	113.100	606
a) Marie	1	Trembleur	Ferdinand CRAHAY	Trembleur	137.500	137.500	509

VERGUNNINGEN		Vergunninghoudende Vennootschappen		Gevolmachtigde persoon	
NAAM EN OPPERVLAKTE	GEMEENTEN waaronder zij zich uitstrekken	NAAM	MAAT- SCHAPPE- LIJKE ZETEL	NAAM, VOORNAMEN EN TITEL	WOON- PLAATS
<b>KEMPISCH</b>					
<b>Beerlingen- Coursel</b> 5,271 hectaren	Beringen, Beverlo, Hep- pen, Heusden, Koersel, Lummen, Oostham, Paal, Tessenderlo.	Naamloze vennoot- schap « Kolen mij- nen van Beerin- gen ».	Brussel	Lucien BASTIN Direct.-Gerant	Koersel
<b>Helchteren- Zolder</b> 7,060 hectaren	Helchteren, Heusden, Houthalen, Koersel, Zolder, Zonhoven.	Naamloze vennoot- schap der Kolen- mijnen van Helch- teren en Zolder.	Morlanwelz (Mariemont)	Paul VANKERKOVE Direct.-Generaal	Zolder
<b>Houthaelen</b> 3,250 hectaren	Genk, Hasselt, Houthalen, Zolder, Zonhoven	Naamloze vennoot- schap « Charbon- nages de Houtha- len ».	Brussel Warande- berg, 3	Robert DELTENRE Direct.-Gerant	Houthalen
<b>Les Liégeois</b> 4,269 hectaren	As Genk, Gruitrode, Houthalen, Meeuwen, Niel-bij-As, Opglab- beek, Opoeteren, Wijshagen.	Naamloze vennootschap « Cockerill-Ougrée » Afdeling : Steenko- lenmijn Zwartberg	Seraing	Emile RENNOTTE Direct.-Gerant	Genk
<b>Winterslag Genck-Sutendael</b> 3,963 hectaren	As, Genk, Mechelen aan Maas, Opgrimbie, Zutendaal.	Naamloze vennoot- schap der Kolen mijnen van Win- terslag.	Brussel Waterloo- laan, 103,	Eugène DE WINTER Direct.-Gerant	Genk
<b>André Dumont sous-Asch</b> 3,080 hectaren	As, Genk, Mechelen aan Maas, Niel (bij As), Opglabbeek,	Naamloze vennootschap « Kolenmijnen André Dumont »	Brussel Warande- berg, 3.	Camille VESTERS Direct.-Gerant	Genk
<b>Sainte-Barbe et Guillaume Lambert</b> 5,408 hectaren	Dilsen, Eisden, Lanklaar, Leut, Mechelen aan Maas, Meeswijk, Rotem, Stok- kem, Vucht.	Naamloze vennoot- schap « Kolenmij- nen Limburg-Maas »	Brussel, Steenweg naar Char- leroi. 43.	Joseph VERDEYEN Direct.-Gerant	Eisden

(1) Uitleg aangaande de indeling : nc = niet ingedeeld; sg = zetel zonder mijngas; 1 = zetel gerangschikt in de 1ste categorie der mijngashoudende mijnen.

(2) Elk getal is het rekenkundig gemiddelde van de maandelijkse gemiddelde aantallen arbeiders. Het maandelijks gemiddeld aantal arbeiders

Ontginningszetels			Verantwoordelijke leiders		Netto voortbrengst in 1957		Gemiddeld Aantal arbeiders gebezigt in 1957
NAAM a) inbedrijf b) in voorbereiding	INDELING (1)	GEMEENTE	NAAM EN VOORNAMEN	WOON- PLAATS	PER ZETEL	PER VER- GUN- NING	
<b>BEKKEN</b>							
a) Kleine-Heide	1	Koersel	Aimé VOULDERS (Ondergrond) Georges De DELLICOUR (Bovengrond)	Koersel  Koersel	1.879.133	1.889.133	5.233
a) Voort	1	Zolder	Henri DELINTE (Ondergrond) Camille PAREK (Bovengrond)	Heusden  »	1.276.000	1.276.000	4.402
a) Houthalen	1	Houthalen	Albert VAN DAMME (Ondergrond) Willy COLLIGNON (Bovengrond)	Houthalen  »	1.221.500	1.221.500	4.403
a) Zwartberg	1	Genk	Ernest CHIFF (Ondergrond) Jean PONOMARENKO (Bovengrond)	Genk  »	1.300.072	1.300.072	4.392
a) Winterslag	1	Genk	Antoine FIERENS (Ondergrond) Antoine DE CROMBRUGGHE (Bovengrond)	Genk  »	1.445.031	1.445.031	4.961
a) Waterschei	1	Genk	Firmin VENHAEGHE (Ondergrond) François NELISSEN (Bovengrond)	Genk  »	1.315.800	1.315.800	4.220
a) Eisden	1	Eisden	Jean BRONCHART (Ondergrond)  Raoul WILLOT (Bovengrond)	Eisden  »	1.883.420	1.883.420	5.942

mijngashoudende mijnen; 2 = zetel gerangschikt in de 2de categorie der mijngashoudende mijnen; 3 = zetel gerangschikt in de 3de categorie

is gelijk aan het totaal aantal dagen arbeid geleverd op de ontginningsdagen, gedeeld door het aantal ontginningsdagen.

## Sélection de 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 11 et A 21

Fiche n° 19.978

**G. STADNIKOFF.** Ein chemisches Verfahren zur Feststellung der Ablagerungsbedingungen von Tonen und tonigen Gesteinen. *Un procédé chimique pour établir les conditions de dépôt des argiles et roches argileuses.* — **Glückauf**, 1958, janvier, p. 58/62.

Les recherches sur divers sols ont montré que l'argile a la propriété, lorsqu'elle est mise en présence de solutions de chlorure de baryum, d'échanger avec lui des cations de calcium, magnésium, sodium. Ainsi, simplement à l'aide de réactions chimiques, il est possible d'éclaircir des problèmes géologiques et d'émettre des hypothèses sur les conditions de sédimentation du charbon et du pétrole.

L'auteur a également démontré, au cours de ces dix dernières années, que la propriété d'auto-inflammabilité du charbon est en relation avec les conditions de faciès lors de la formation des couches, ce qui peut se déterminer par l'examen des épontes. Le procédé d'analyse est décrit (40 g de roche en présence de 2 décilitres de solution 1/10 N de BaCl<sub>2</sub> laissée à digérer pendant deux jours), on détermine

en milliéquivalents la quantité de cations échangeables. On a finalement la teneur aux 100 g de roche de E Ca, de BaO absorbé et le rapport

$$\frac{E Na}{E Ca}$$

Eventuellement, la roche peut aussi dissoudre de l'hydrate d'Al, ce qui se détermine par un traitement à l'ammoniaque. Des analyses de sondages en regard des fossiles marins et d'eau douce y contenus montrent une bonne concordance.

### B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 12

Fiche n° 19.972

**C. DALEBOUDT und J. WEEHUIZEN.** Eine Schachtauskleidung aus Stahlbeton. *Un revêtement de puits en béton armé.* — **Glückauf**, 1958, 4 janvier, p. 17/28, 23 fig.

Depuis la guerre, aux Pays-Bas, on a mis en creusement plusieurs puits dont quelques-uns sont achevés. Aux Mines d'Etat, notamment, cinq puits

ont été foncés ensemble dont deux par congélation et un par sondage (variante du procédé Honigmann-de Vooy), les deux derniers par le même procédé ne sont pas terminés. Dans les deux puits creusés avec congélation, on a essayé le béton armé malgré le gel; l'article décrit le processus suivi dans un de ces deux puits : le puits IV à la mine Hendrik, à Brunssum. Les morts-terrains y ont une épaisseur de 220 m (coupe), diamètre utile du puits : 6,70 m. Après avoir creusé jusqu'à la tête du Houiller, on y a établi un revêtement extérieur de 50 cm d'épaisseur en maçonnerie sur toute la hauteur du puits, puis une dalle de fond en béton légèrement armé de 2 m d'épaisseur au-dessus de laquelle on a réalisé la trousse de départ en béton; on a enfin effectué le revêtement intérieur en béton armé en ayant soin d'intercaler une couche de bitume (de 12 cm sur les 100 m supérieurs et 8 cm en dessous) entre la maçonnerie externe et le béton armé. Celui-ci a une épaisseur décroissante, de 85 cm à la base à 50 cm au sommet.

Détails sur la qualité du bitume et son placement en plaques congelées, qualité du ciment pour prise à ces basses températures, calcul du revêtement. Exécution rapide par planchers multiples (vue) avec cage de secours. Préparation du béton et descente en cuffats. Pilonneuse à 9.500 coups/min pour emploi entre les armatures. Mesure des températures et des pressions. Le placement des partibures. Le dégel (durée 4 mois) et l'étanchéité du puits : venue d'eau restante :  $1/4$  l/min qui diminuera encore avec le temps.

IND. B 31

Fiche n° 19.876

J. PICEK. Schnellvortrieb eines Querschlags mit einer Monatsleistung von 1021,3 m. *Avancement rapide dans un bouveau avec un avancement mensuel de 1021,3 m.* — *Bergbautechnik*, 1957, décembre, p. 641/645, 6 fig.

Dans une mine métallique de Tchécoslovaquie, dans des schistes quartzeux de l'Algonkien, du 7 octobre au 6 novembre 1956, on a réalisé un avancement en bouveau de 1.021,3 m dans une section de 9 m<sup>2</sup>. Un tel avancement nécessite une planification précise de toutes les tâches et les équipements doivent être bien choisis. Les performances antérieures ont montré qu'il fallait laisser 1 m<sup>2</sup> de front par foreur; pour dépasser 700 m par mois, il faut trente-trois ouvriers par poste. L'air comprimé est amené de la surface en tuyauterie de 200 mm; dans la galerie, la tuyauterie a 125 mm; la pression est maintenue entre 7 et 8 atm, il y a des distributeurs spéciaux pour dix perforateurs; l'eau vient d'un étage supérieur à la pression de 7 à 8 atm. Chaque tir compte de dix-huit à vingt-trois mines. La capacité des pelles a été augmentée, de sorte qu'une berline de 600 l est remplie par trois pelletées.

Transport par locos à accus. Canars de 400 mm. La galerie est boisée, le soutènement est à une quin-

zaine de mètres du front, la ventilation est assez forte pour évacuer des fumées en cinq minutes. Le timing des travaux est donné.

### C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. C 234 et C 240

Fiche n° 20.010

L. HAHN und W. CHRISTMANN. Untersuchungen über den Wirkungsmechanismus des Millisekunden-schiessens. *Recherches sur le mécanisme d'action du tir à millisecondes.* — *Nobel Hefte*, 1958, janvier, p. 1/35, 27 fig.

L'effet le plus marqué du tir à millisecondes est une meilleure désintégration de la roche. Les causes sont actuellement encore discutées et expliquées par un certain nombre de théories. Mais, même sur le tir coup par coup, il y a encore des opinions contradictoires dues à la difficulté des mesures et du grand nombre d'influences. C'est le cas, par exemple, pour la détermination de la limite entre les phases de choc et d'expansion de la détonation sur les roches environnantes ainsi que pour le déroulement dans le temps et dans l'espace du processus de formation des fissures et pour le moment initial du déplacement des roches.

Pour obtenir une vue indiscutable de l'action de l'explosif dans le tir à milliretard, le service des études de la Dynamit A.G. a porté l'examen dans la roche au contact immédiat (par l'emploi de jauges de contrainte); on a pu ainsi pour la première fois démontrer l'effet exact du milliretard par une mesure précise. L'analyse de l'oscillogramme est conforme aux mesures prises simultanément du mouvement des roches dans le temps et de la projection des déblais lors du tir à millisecondes. La bonne désintégration est due à deux causes : 1) les forces de compression du tir suivant réagissent sur les forces de détente du tir précédent en voie d'achèvement - 2) un effet secondaire provient du choc des pierres projetées dans des directions différentes.

L'article se termine par l'énoncé d'un certain nombre de points qui restent encore à étudier.

IND. C 2352

Fiche n° 19.785

A. SMEE. Experiences with the Armstrong airbreaker at Bank Hall Colliery. *Expérimentation de la cartouche à air comprimé Armstrong au Charbonnage de Bank Hall.* — *Trans. of the Inst. of Mining Eng.*, 1957, décembre, p. 170/183.

Description de l'appareillage Armstrong : compresseur fixe à 6 étages, moteur électrique 90 ch. Lubrification par deux pompes. Refroidissement par tubes à ailettes et air soufflé. Dispositifs de sécurité : clapets de décharge, soupapes de sûreté, détecteurs d'échauffement anormal. Tuyauterie en acier au Cr-Mo, 25 mm  $\phi$  extérieur, 12 mm intérieur, avec raccords en tubes de cuivre au compresseur et

dans les courbes d'angle anormal. Un flexible armé raccorde la tuyauterie à la « cartouche » brisante, formée d'un tube d'acier de 62 mm de diamètre percé de trous de décharge à son extrémité, l'action de l'air comprimé à environ 800 kg/cm<sup>2</sup> étant déclenchée par le cisaillement d'une cheville sous l'action d'un piston. Un dispositif spécial empêche le fonctionnement intempestif de la cartouche.

Les expériences réalisées à Bank Hall dans une couche de 1,20 m avec bandes stériles, rognant au toit et au mur, grisouteuse et poussiéreuse, ont commencé en 1954. Elles ont montré que la méthode convenait à toute couche d'au moins 0,90 m. Il est nécessaire que les trous soient exempts de cassures et forés de préférence après havage.

L'inconvénient du grand diamètre est compensé par le plus petit nombre de trous. On peut employer l'Armstrong dans les bosseyements. La méthode est économique et dépasse à cet égard, comme au point de vue de l'efficacité, le procédé Cardox.

IND. C 41

Fiche n° 19.984

**R. LANDSDOWN.** Coal-face mechanization and the large coal problem. *La mécanisation de l'abattage et le problème des grosses houilles.* — *Iron and Coal T.R.*, 1957, 20 décembre, p. 1415/1418.

De toute manière, on ne peut abattre le charbon sans le casser, mais les abatteuses-chargeuses le dégradent fortement; il est possible d'y remédier : a) en étudiant les facteurs de bris de ces machines - b) en étudiant d'urgence les méthodes d'abattage-chargeement plus susceptibles de ménager le charbon - c) par un choix judicieux des machines eu égard aux exigences du marché.

Avec les installations actuelles, on doit veiller à : éviter les pics émoussés - ne pas fouler le charbon, par exemple avec abatteuse en marche et convoyeur arrêté - être économe de cartouches pour abattre à l'explosif - éliminer les produits aussitôt que possible pour éviter leur remise en circuit - la grande vitesse de havage diminue le bris - il faut haver en stérile - surveiller les points de chargement et relais - surveiller et entretenir les machines.

Choix des machines pour nouveaux chantiers : la Meco-Moore et les rabots brisent le moins, le rabot Huwood et le Samson-Stripper sont supérieurs aux rabots, le Trepaner est un peu moins bon.

Les cadres, bras multiples, Dosco et Joy sont les plus mauvais.

Que penser de l'Anderton? Dans les quart-gras et anthracites, il faut préférer la Meco-Moore; par contre, dans les charbons à coke, ce serait un non-sens de remplacer une Anderton par un Trepaner.

Enfin, il y a les améliorations possibles dans l'emploi de l'Anderton : plus de puissance, halage hydraulique, forme des pics et vitesse, préhavage, emploi de tourelles, palettes pousseuses, double tambour, amollissement du charbon, etc.

IND. C 41

Fiche n° 19.986

**E. KIMMINS.** Thin-seam mining in Great-Britain. *L'exploitation des couches minces en Grande-Bretagne.* — *Iron and Coal T.R.*, 1957, 27 décembre, p. 1465/1476, 14 fig.

En Angleterre, on considère comme couches minces celles qui ont moins de 90 cm et petites couches celles qui sont < 75 cm.

Le charbon est généralement dur et les couches plates. En dessous de 60 cm, la productivité est faible. L'exploitation des couches minces se divise en méthode classique (haveuse, tir, chargement manuel) et les tailles à abatteuses-chargeuses.

I. Méthode classique : longueur des tailles : jusque 50 cm d'épaisseur : 35 à 90 m - de 45 à 60 cm : 75 m (140 pour taille double) - de 69 à 90 cm : jusqu'à 220 m, haveuses minces avec jeteuse de havrit - déblocage généralement par bande à brin inférieur porteur - soutènement en bois avec bèles métalliques laminées, parfois bois simple à coin (dérogation) - Dans l'Ouest du Yorkshire, on tire au Cardox et on remet les pierres de bosseyement en taille par scraper. Dans une taille de 200 m, dix ouvriers produisent 180 à 200 t. C'est pourquoi la mécanisation totale a difficile de s'y développer.

II. Tailles mécanisées : en 1956, les tailles mécanisées en couches de moins de 90 cm ont produit 1,1 millions de t. Le convoyeur est à brin inférieur porteur ou plus souvent blindé (deux types standards 12,5 et 17,8 cm de hauteur).

Les pierres de bosseyement sont remises en taille par scraper ou bien concassées et transportées pneumatiquement en taille (système Markham). Le soutènement emploie l'étauçon Dowty Roofmaster ou Seaman. Abatteuses-chargeuses - quelques types : A.B. à bras multiples - le Gloster Getter - l'Anderton - le rabot Löbbe - le rabot scraper Demag - les chargeuses à palettes et la chargeuse Huwood pour brin inférieur porteur - la chargeuse Ashby pour haveuse à brin multiple - l'infusion propulsée.

Machines expérimentales : abatteuse-chargeuse du N.C.B. à deux bras variables en hauteur - le « Midget Miner » est du type tarière avec chaîne à pics d'achèvement (analogue à UKT 1 U.R.S.S.).

IND. C 4215

Fiche n° 19.949

**R. SHEPHERD.** Measuring the temperature of coal-cutter picks. *La mesure de la température des couteaux de haveuses.* — *Colliery Engineering*, 1958, janvier, p. 17/21, 7 fig.

Différentes méthodes ont été appliquées à la mesure de la température que peuvent atteindre les couteaux de haveuses au cours de leur travail par couple thermo-électrique, chrome-constantan reliés à un milli-ampèremètre dont les indications sont lues et interprétées avec les corrections nécessaires, tenant compte du taux de refroidissement pendant le temps de lecture.

Par application de peintures changeant de couleur avec la température, on peut atteindre une évaluation qualitative relativement satisfaisante; on peut aussi employer des grains thermométriques fusibles à des températures déterminées, insérés dans le métal des couteaux. En pratique, on peut appliquer ces méthodes à une partie seulement des couteaux.

Des essais comparatifs ont été faits avec deux types de couteaux et le degré d'exactitude des indications a été mesuré.

Le travail de havage étant, en pratique, irrégulier, les variations d'échauffement des outils donnent lieu à une incertitude des mesures. On a pu constater une température maximum de 121° correspondant à une température réelle de l'outil de 167°, qui semble ne pas pouvoir causer l'ignition des poussières et du grisou.

Bien entendu, il reste la possibilité de températures plus élevées momentanées ou la possibilité d'étincelles à la rencontre d'obstacles anormaux, noyaux de sidérose, etc.

IND. C 4232

Fiche n° 20.032

**S. KRICKOVIC.** Continuous miner offers higher production. *Le mineur continu permet une plus forte production.* — *Mining Engineering*, 1957, décembre, p. 1345/1355, 12 fig.

L'article décrit l'emploi, dans une couche d'environ 2,45 m d'ouverture, d'un mineur continu à double rotor de fraisage et chaîne de parachèvement au toit et au mur, découpant une surface de 2,10 m de hauteur sur 4 m de largeur. La machine pèse 33 t et a 7,20 m de longueur; elle consomme 100 ch pour l'abattage et 50 ch pour les engins hydrauliques.

La méthode d'exploitation, traçages et dépilages, boulonnage du toit, transport par navettes et convoyeurs, est exposée ainsi que certaines difficultés rencontrées provenant notamment d'intercalations pyriteuses de la veine. On donne quelques détails sur les dispositions prises pour assurer la ventilation que la production de poussière rend assez difficile.

Une étude du chronométrage des diverses opérations que comporte l'emploi du mineur continu, en comparaison avec celles de l'abattage classique, tend à montrer qu'il importe de bien étudier le problème du mineur continu avant son application et en fonction des conditions existantes, afin d'éviter des immobilisations coûteuses et des consommations de courant et d'entretien élevées sans rendement suffisant. Le problème de l'évacuation des produits de l'abattage mérite aussi une étude très attentive.

## D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTÈNEMENT.

IND. D 79

Fiche n° 20.085

**E. MAIZE.** Cementing coal-mine roof. *La cimentation du toit des couches.* — *Coal Age*, 1958, janvier, p. 116/121, 9 fig.

Dans la zone d'environ 7,50 m voisine du front, la plus dangereuse au point de vue du soutènement, on a essayé de transformer les bancs de toit en une sorte de poutre cohérente et élastique par injections de résine à la pression de 80 kg/cm<sup>2</sup>. Après plusieurs essais, le choix s'est porté sur la résine Epoxy, injectée avec un liquide activateur spécial par des trous de boulonnage du toit.

L'article fournit des renseignements sur le matériel employé pour l'injection, les drains scellés dans les trous, les opérations d'injection, les quantités de produits injectés et la disposition des trous. Les résultats obtenus paraissent encourageants. Il semble que les fissures et joints de stratification aient été bien pénétrés de liant résineux et que l'effet escompté ait été atteint. Toutefois, des essais complémentaires sont nécessaires pour apprécier l'efficacité de la méthode.

## E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 31

Fiche n° 19.932

**C. CORDIER.** Application du système Koepe à un treuil d'extraction pour burquin. — *Public. de l'Assoc. des Ing. de la Faculté Polytechn. de Mons (A.I.Ms)*, 1957, n° 4, p. 10/17, 2 fig.

Au siège de Houssu, le gisement à exploiter se trouve à 1 km du puits d'extraction et sous le niveau de 935 m. La Direction a décidé le creusement d'un puits intérieur équipé pour extraire, par heure, 240 berlines dont la capacité sera augmentée de 520 à 600 l. Pendant un temps assez long, l'extraction dans ce puits intérieur sera partagée entre 225 m et 365 m. L'auteur admet un temps de manœuvre de 12 ou 13 secondes et recherche la solution la plus économique pour extraire le tonnage ci-dessus avec des cages à 1, 2, 3, 4, 5 paliers à 2 berlines et une vitesse de 2 à 12 m.

Des considérations sont émises sur les charges des câbles et cages, l'équilibre des cages et câbles, l'étude des conditions d'adhérence. Finalement, l'auteur arrive à la conclusion que la solution la plus économique est l'extraction par 2 machines avec poulies Koepe, simple cage et contrepoids, cages à 4 paliers (8 berlines), vitesse d'extraction 4,75 m.

IND. E 412

Fiche n° 20.089

**METROPOLITAN VICKERS.** Winders for N.C.B. *Machines d'extraction pour le N.C.B.* — *Colliery Guardian*, 1958, 16 janvier, p. 84.

Le N.C.B. (Division N-W) a passé commande de quatre machines d'extraction de 2.500 ch, coûtant environ 500.000 £. Elles sont destinées à l'exploitation des réserves du Lancashire considérées antérieurement comme inaccessibles. Deux seront installées à Agecroft qui sera réouvert et modernisé et les deux autres dans une nouvelle mine (la première dans le Lancashire depuis trente ans), à Parkside, près de St Helens. Ces deux mines produiront chacune plus de 2 millions de t/an. Les nouvelles machines seront à 4 câbles Koepe sur tour, moteurs à courant continu à 800 V fourni par redresseurs à vapeur de mercure. Le courant passera par deux transfos à 12 phases, fournissant ainsi 24 phases pour réduire la distorsion du courant alternatif à 11.000 V. A chacune des deux mines, il y aura un puits à skip et contrepoids (pour l'extraction) et l'autre à cage et contrepoids pour le personnel et le matériel; ce dernier sera à commande manuelle, le premier sera complètement automatique. La poulie Koepe aura 3,60 m de diamètre (Vickers-Armstrong) et un réducteur simple à chevron (turbine Gears Ltd).

IND. E 416

Fiche n° 19.893

**E. FRIEDLANDER.** A review of modern electric winder control. *Etude des méthodes modernes d'extraction électriques.* — *The Mining Electr. and Mechan. Eng.*, 1957, décembre, p. 159/169, 18 fig.

L'article passe en revue le développement des méthodes de contrôle modernes des machines d'extraction électriques. Il insiste sur les exigences malaisément conciliables de la conduite automatique et du contrôle manuel. Il est difficile de coordonner la plus grande précision dans le contrôle de la vitesse avec les possibilités d'effectuer des manœuvres occasionnelles à la main; aussi se contente-t-on souvent d'assurer la précision des opérations aux recettes.

Dans une certaine mesure toutefois, le réglage du temps d'application du frein peut permettre de résoudre le problème de la précision des manœuvres aux recettes, indépendamment de celui de la précision du contrôle de la vitesse.

L'article montre que le contrôle de l'accélération est rarement désirable et, même dans les conditions les plus difficiles d'emploi de treuils à friction en puits peu profonds, il est plus important d'assurer un contrôle précis du couple de rotation qu'une limitation étroite du taux d'accélération ou de décélération. Le moteur à courant alternatif satisfait les besoins de la plupart des installations et se développe ainsi qu'on le montre par l'exposé des étapes de son extension.

L'article mentionne aussi des dispositifs nouveaux pour remédier aux enroulements défectueux des câbles de treuils à friction et pour améliorer le fonctionnement des freins dans l'extraction automatique.

IND. E 45 et E 42

Fiche n° 19.948

**E. CLARKE.** Nylon arresters for friction winders. *L'emploi de cordes de nylon pour les arrête-cages avec treuils à friction.* — *Colliery Engineering*, 1958, janvier, p. 9/16, 11 fig.

L'emploi de treuils d'extraction à friction rend l'usage des systèmes de sécurité « arrête-cages » plus nécessaire en cas de mise à molettes ou rupture de câbles ou d'attaches. On rappelle les principaux types : à coin, à ressort, à friction, à action hydraulique, etc. Une méthode nouvelle, sûre et économique utilise l'élasticité de câbles en nylon disposés en dessous des molettes et au-dessus du fond du puits pour arrêter les cages au delà de leur course normale. Ils sont solidement amarrés en deux points et retiennent la cage par un intermédiaire métallique, leur nombre peut d'ailleurs être multiple pour répondre aux conditions de résistance. L'article fournit le calcul complet du dispositif et étudie les énergies mises en jeu. La grande élasticité des cordes en nylon assure un arrêt suffisamment amorti et le système offre de séduisants avantages.

## F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. F 122

Fiche n° 20.087

**J. BROMILOW.** Descensional and homotropical ventilation. *Ventilation descendante et homotrope.* — *Colliery Guardian*, 1958, 16 janvier, p. 67/73, 4 fig.

L'aéragé à la fois descendant et homotrope (c'est-à-dire dans le sens du transport du charbon) peut présenter certains avantages dont le principal est que l'air passant dans les chantiers est moins chargé de poussières et moins échauffé par l'effet du degré géothermique. La puissance croissante des ventilateurs diminue l'importance relative de l'aéragé naturel qui ajoute son action à l'aéragé montant. Par contre, en cas d'incendie important, le système d'aéragé descendant et homotrope peut créer des difficultés et des dangers.

L'auteur fournit de nombreux résultats d'expériences effectuées dans plusieurs mines, dont plusieurs belges, pour analyser les effets des divers systèmes d'aéragé sur la quantité de poussières en suspension, sur le taux d'émission du grisou, sur les températures et degrés d'humidité. Il conclut en disant que l'adoption de l'un ou de l'autre système est affaire de conditions locales, compte tenu des règlements, bien entendu.

IND. F 231 et P 12292

Fiche n° 19.994

**G. HOYLE.** Report on explosion at Chanters Colliery. *Rapport sur l'explosion à la mine Chanters.* — *Iron and Coal T.R.*, 1958, 3 janvier, p. 36 - 10 janvier, p. 95/97.

Mine à 16 km à l'ouest de Manchester. Deux puits creusés en 1850 et 1876 et prolongés jusqu'au niveau de 540 environ en 1902; les plus belles couches sont épuisées, il reste : Five Quarter, Victoria, Haigh Yard et Plodder (couche sale de 1,55 m) où l'accident s'est produit, pente 11° au sud. Production journalière : 1.870 t dont 75 dans Plodder; cette couche dégage environ 3 m<sup>3</sup> de grisou par tonne extraite (personnel total : 1.318 dont 1.043 au fond). La mine utilise des lampes de sécurité et des grisoumètres, l'électricité est utilisée partout. Ventilateur de surface Sirocco à 2 ouïes, 231 tours/min, 100 m<sup>3</sup> d'air/sec, 104 mm d'eau. Le chantier est alimenté par un transfo de 150 kVA, 2.000/600 V. Le transport, tant en descenderie qu'en bouveau, s'effectue par un treuil Pikrose de 10 ch. Dans la descenderie, il y a une taille de chaque côté et, dans la nuit du 28 février au 1<sup>er</sup> mars 1957, un éboulement d'environ 18 m s'était produit du côté est, gênant la ventilation. Le 7 mars, jour de l'accident, il s'était produit une mise à la terre et le coffret du treuil était déclenché. On a fait appeler l'électricien qui, vers 4 heures de l'après-midi, a ouvert le couvercle de face et tenté d'ouvrir le couvercle supérieur; trois goujons ont été enlevés, le quatrième tournant fou, l'ouvrier a trouvé naturel, sans couper au coffret précédent, de plier le couvercle. Ce mouvement, non prévu par le constructeur, a provoqué le réenclenchement du jeu de barres, il s'est produit un coup de feu et un coup de grisou qui s'est limité au chantier et n'a pas causé d'incendie permanent. Quatre ouvriers ont été tués, dont l'électricien, et quatre autres, brûlés grièvement, sont décédés peu après.

IND. F 231

Fiche n° 19.969

**A. WINSTANLEY.** Explosion at Sutton colliery. *Explosion au charbonnage de Sutton.* — *Colliery Guardian*, 1958, 9 janvier, p. 59/63, 1 fig.

Le charbonnage de Sutton, Nottinghamshire, a été, le 21 février 1957, le théâtre d'une explosion. L'article renseigne les caractéristiques du charbonnage, le personnel occupé, la description du chantier et sa situation, les conditions de ventilation. Au moment où, l'abatteuse-chargeuse Anderton revenue à sa niche après une havée, on nettoyait le mur pour avancer le convoyeur de taille, un éboulement se produisit au-dessus des cadres et le moteur du convoyeur fut atteint. Une explosion se produisit qui brûla plus ou moins gravement vingt-cinq hommes dont cinq ne survécurent pas. Les recommandations qui ont été émises à la suite de cet accident en conclusion des constatations de l'enquête mentionnent : l'obligation de veiller à ce que tout vide

laissé au-dessus des cadres et soutènements soit bien remblayé et efficacement étançonné et non pas simplement dissimulé par le revêtement lui-même. Protéger efficacement les moteurs et appareillages électriques. Veiller à rendre impossible la production d'étincelles, assurer une dilution suffisante des gaz par ventilation. Lorsque deux amenées d'air aboutissent à une taille sans un retour d'air intermédiaire, ils doivent être distants de moins de 25 m afin d'éviter une insuffisance de ventilation de la portion de taille qui les sépare.

IND. F 417

Fiche n° 20.064

**H. BLENDER.** Einsatz von Nassabbauhämmern bei der Klöckner-Bergbau Königsborn-Werne A.G. *Introduction des marteaux à pulvérisateur à la mine Klöckner de la Société Königsborn-Werne.* — *Bergbau Rundschau*, 1958, janvier, p. 1/4, 2 fig.

Depuis longtemps, on est arrivé à la conviction que, si c'est le travail au rocher qui produit la silicose, les poussières de charbon sont aussi nocives. La lutte contre les poussières et, en taille, l'injection d'eau en veine, sont très appréciées à la firme en vedette. Précaution supplémentaire : elle emploie le marteau à pulvérisateur. On les a mis à l'essai dans la couche Schöttelchen 2 (puissance 1 m, pente 80°), tailles de 220 m obliques sur la pente, avec gradins renversés, remblayage par fronde Hemscheidt, personnel : 22 abatteurs. Il y a deux tailles semblables, une à l'est avec 22 marteaux à pulvérisateur et une à l'ouest avec 22 marteaux secs. Les premiers résultats ont été décevants : la tuyère était défectueuse et il y avait projection d'eau sur les habits des ouvriers - un second inconvénient était la poignée du marteau en métal léger, trop fragile; le charbon étant dur, quand le marteau se calait, l'ouvrier frappait avec un mât ou une hache et la déformation était telle que l'outil n'était plus utilisable. Les 22 piqueurs ont été renvoyés à la firme pour être transformés. Le jet de la tuyère est dirigé vers la pointe du piqueur et on a disposé des manchons qui collectent les gouttes perdues. La poignée a été enveloppée de Vulcollan; de plus, une prime de 1 DM a été allouée pour l'emploi de ces piqueurs. Les résultats actuels sont très réconfortants. Une analyse comparative de l'air des deux tailles montre un grand avantage pour celle à marteaux mouillés : 154,6 mg/m<sup>3</sup> contre 921,6 pour l'autre.

IND. F 440

Fiche n° 20.005

**J. HODKINSON.** The mixing of respirable dust with the mine ventilation, studied by a radio-active tracer technique. *Le mélange de poussières respirables, avec l'air de ventilation, étudié par la technique des dépisteurs radioactifs.* — *Trans. of the Inst. of Min. Eng.*, 1958, janvier, p. 223/244, 8 fig.

Rappel des observations sur le mélange et le dépôt des nuages de poussières. Comme les poussières

centage en gros a été favorisé par l'emploi du tir au Cardox, le rendement en gros s'est accru de 10 %. Quant au bris dû à l'extraction par skips, il est indéniable. Cependant, là où l'on charge les berlines au puits, laisse tomber brutalement les cages sur taquets et décharge brutalement les berlines hors des cages, il y a aussi beaucoup de bris.

IND. Q 110 et B 0

Fiche n° 19.970

**F. LANGE.** Wirtschaftlichkeit des Bergbaus in grossen Teufen. *Economie de l'exploitation à grande profondeur.* — **Glückauf**, 1958, 4 janvier, p. 1/17, 20 fig.

Par la comparaison de deux mines théoriques exploitant aux profondeurs respectives de 1.000 m et 1.400 m, il est montré qu'on arrive à assurer l'économie de cette dernière par une extraction renforcée. Alors que, pour une profondeur de 1.000 m, une production journalière de 4.000 t est largement satisfaisante, à une profondeur de 1.400 m, il faut tabler sur 20.000 t/j. Pour atteindre ce chiffre, de nombreuses questions techniques d'installation et de conduite des travaux doivent être repensées. Au moyen de tableaux de prix pour creusement de puits, équipement, ventilation, épuisement, transport principal, ensemble des installations de surface, y compris centrale et cokeries, les frais d'installation d'une mine de 1.000 m de profondeur sont estimés à 218 millions de DM et ceux d'une mine de 1.400 m à 849 millions de DM. De sorte que, avec un rapport de production de 1 à 5, celui de la mine de fond n'est que de 1 à 3,9 et les dépenses à la tonne sont dans le rapport de 46,09 à 52,92 DM/t, non compris les frais d'administration, dégâts à la surface, etc.

Pratiquement, l'exploitation à grande profondeur implique : grand diamètre de puits, revêtement en acier laminé, extraction automatique multicâbles, grande section des galeries pour la ventilation, berlines de grande capacité, mécanisation au maximum de l'abattage pour arriver à un rendement général du fond de 3 tonnes.

IND. Q 1131

Fiche n° 20.059

**X.** Studienfahrt des Seminars für Betriebsführung in den Englishen Steinkohlenbergbau im April 1957 - Mechanisierung im Streb. *Voyage d'étude du séminaire pour la conduite des entreprises dans le bassin houiller anglais du Yorkshire en avril 1957 - Mécanisation en taille.* — **Bergfreiheit**, 1958, janvier, p. 1/24, 32 fig.

Le séminaire dirigé par M. Weddige aidé de M. Dürrer s'est divisé en deux groupes qui ont visité respectivement les mines Rossington, South Kirkby, Birdsworth Elsecar et Shireoaks, Hickleton, Elsecar et Markham Main. Caractéristiques, importance et évolution des mines anglaises. Tableau statistique de la production et des rendements comparés entre les E.-U. et les pays de la C.E.C.A. pour les années 1939, 1950 et 1956. Répartition entre les divers bassins anglais. Mesures techniques : remplacement des

chambres et piliers par des tailles, mécanisation de la production : 2,1 % en 1946 contre 14,5 % en 1956, locos passées de 80 à 700. Investissements : 1947/1949 : 60 millions de £ - 1956 : 100 millions de £. De 1947 à 1956 : 532 millions de £.

Dans le Yorkshire : coupe géologique du bassin (cf. 17.918 - Q 1131). Production journalière du bassin : 148.000 t. Caractéristiques des sept mines visitées. La mécanisation de l'abattage : le rabot activé Huwood aux mines Hickleton et Rossington - la Meco-Moore à Shireoaks et Elsecar - l'Anderton à Brodsworth et Markham Main - le Trepaner à Shireoaks et South Kirkby. Efficience des machines - statistique : les haveuses (Meco-Moore, Anderton, Trepaner, Dosco, haveuses paletteuses), 585 unités produisent 26 millions de t - les rabots (rapides, scraper et Huwood), 37 unités produisent 2,06 millions de t - Mécanisation partielle, 60 unités produisent 2,95 millions de t - Autres méthodes, 238 unités produisent 36,42 millions de t. Front dégagé nécessaire en fonction du type de machine. L'évolution des salaires - L'absentéisme.

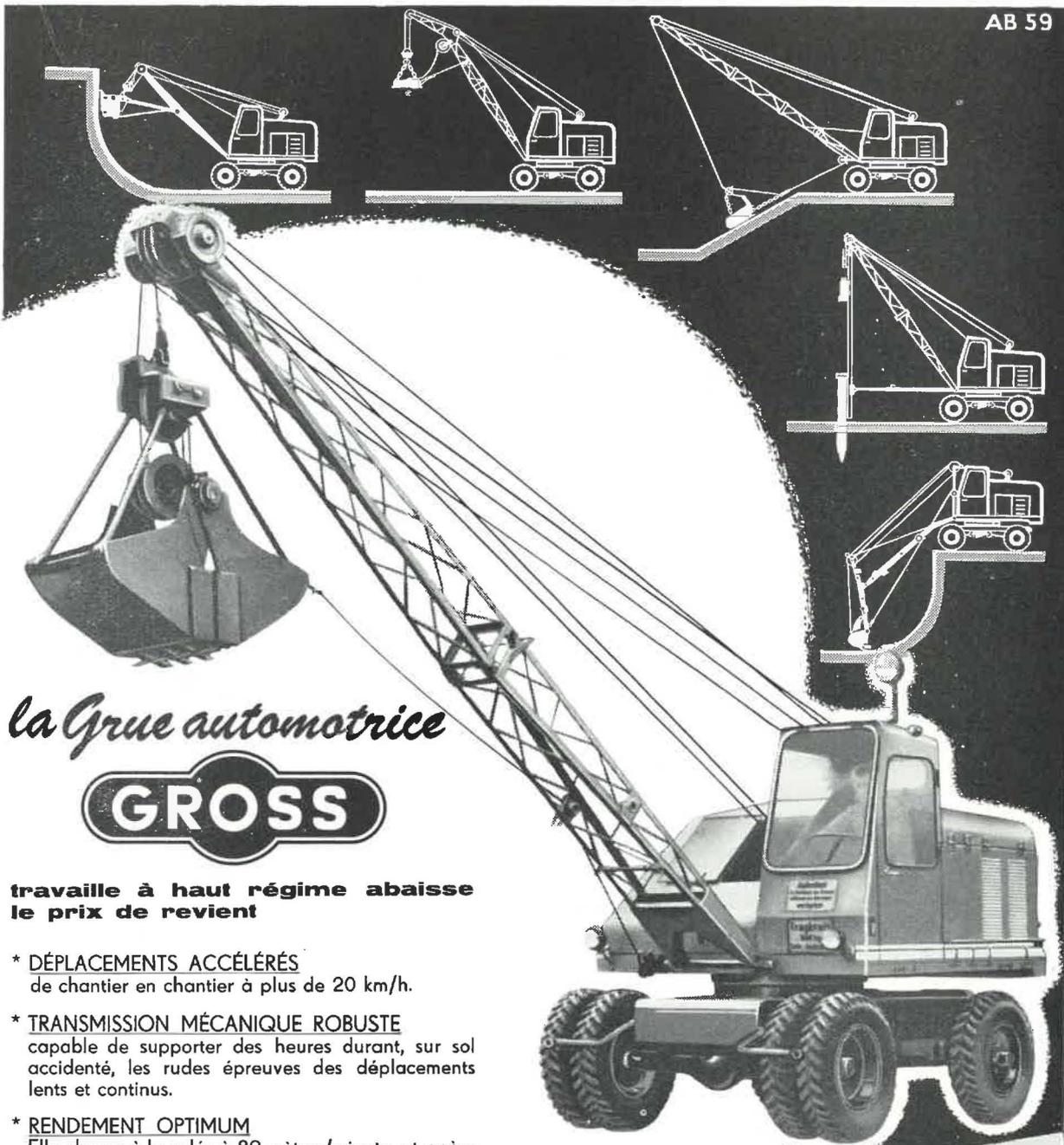
IND. Q 1142 et I 0

Fiche n° 20.020

**W. WIEHAGE.** Planung und Ausführung der Tagesanlagen einer niederrheinischen Schachtanlage. *Planung et réalisation des installations de surface d'une mine de Rhéno-Westphalie (Franz Haniel).* — **Glückauf**, 1958, 18 janvier, p. 85/94, 22 fig.

Pour l'exploitation de la partie nord du gisement qui se trouve sur la rive droite du Rhin inférieur, dès 1921 on avait commencé le fonçage de deux puits mais on s'est trouvé aux prises avec des sables bouillants qui bouleversèrent les installations et le fonçage du puits n° 2 ne fut terminé qu'en 1926. Des raisons économiques et politiques firent que c'est seulement après 1944 que les installations de surface ont pu être reprises. Dans l'intervalle, les conceptions ont évolué et en 1950 un nouveau planing a été établi.

L'article fournit des détails sur la disposition générale des locaux. Les installations sont bien éclairées, pavées et cloisonnées de céramiques. Le hall des salaires fait penser aux guichets d'une banque moderne; aux bains-douches, le pavement en carreaux émaillés et les monte-habits sont impressionnants; à la lampisterie, c'est le self-service; un couloir fermé en passerelle conduit les ouvriers au puits équipé de son chevalement double en tôles pleines. La circulation des berlines est équipée d'aiguilles de rebroussement; il y a trois culbuteurs rotatifs et un ascenseur pour l'amenée du matériel. La centrale de chauffe est enfermée dans le même bâtiment que la centrale électrique sans cloison; il y a en tout trois chaudières à haute pression avec leurs accessoires et à l'extérieur un grand réfrigérant. Le raccordement au chemin de fer est largement établi avec des extensions possibles. Sur le plan, le lavoir à charbon n'est pas encore construit, il y a seulement un criblage au puits 2.



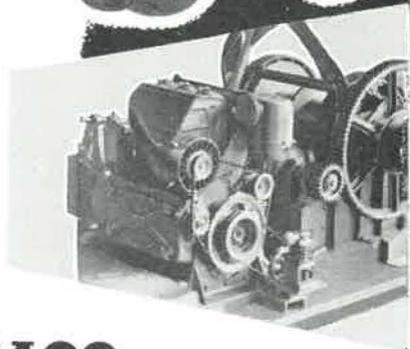
*la Grue automotrice*



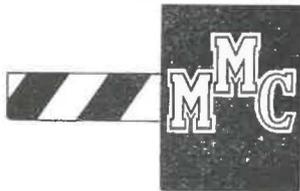
**travaille à haut régime abaisse le prix de revient**

- \* **DÉPLACEMENTS ACCÉLÉRÉS**  
de chantier en chantier à plus de 20 km/h.
- \* **TRANSMISSION MÉCANIQUE ROBUSTE**  
capable de supporter des heures durant, sur sol accidenté, les rudes épreuves des déplacements lents et continus.
- \* **RENDEMENT OPTIMUM**  
Elle charge à la volée à 82 mètres/minute, et opère les manœuvres délicates à 22 m/minute.
- \* **MANIABILITÉ INCOMPARABLE**  
sur les mauvais terrains grâce à la traction sur les 4 roues.  
VOUS AVEZ INTÉRÊT A EN SAVOIR PLUS LONG SUR CETTE MAGNIFIQUE MACHINE.

*Demandez-nous la notice détaillée illustrée.*



**MATERMACO**



Chaussée de Louvain 710-714 - Bruxelles  
Téléphone : 33.97.80 (5 Lignes)

## Bibliographie

**CENTRE D'ETUDES ET RECHERCHES DES CHARBONNAGES DE FRANCE.** — Rapport sur l'activité du Centre en 1956. — Format 27 × 21 cm, 138 p., 24 figures.

La loi française du 17 mai 1946 a chargé les Charbonnages de France de diriger, développer et coordonner les recherches techniques et scientifiques possibles dans les différents domaines de leur activité. Le Cerchar a été créé en 1947 pour remplir cette mission.

Comme les années précédentes le rapport actuel rend compte des activités de cet organisme, héritier des traditions de la Station d'Essais de Montluçon et de la Société Nationale de Recherches sur le traitement des combustibles. Son activité est complexe parce qu'elle doit suivre de près les découvertes scientifiques sans négliger les problèmes concrets de la pratique.

Le rapport signale comme l'année précédente le bon climat qui règne entre les services de production et les chercheurs : les contacts directs à tous les échelons sont fréquents et le nombre de problèmes ne cesse de croître.

L'abondance des sujets de recherches a conduit, l'année précédente, à créer un service des programmes qui a présenté un rapport à la Direction Générale des Charbonnages. D'autre part, la collaboration avec les organismes extérieurs de recherches continue à se développer. La succession de M. Audibert à la tête du Cerchar a fait l'objet d'une décision du Conseil d'Administration des Charbonnages, confiant le Cerchar à un collège de direction composé de M. R. Chéradame chargé des études techniques, de la liaison avec les mines et la gestion des établissements, et de M. M. Letort s'occupant plus spécialement des études scientifiques et des relations avec l'Université. Toutes les décisions importantes sont prises en commun. M. R. Loison devient directeur des groupes de recherches, M. Gatineau est chargé du laboratoire de Verneuil et M. Belugou a été nommé chef d'un département groupant préparation des charbons et matériel minier.

Le mouvement du personnel signale la présence de 71 ingénieurs ; la formation complémentaire concerne 10 jeunes ingénieurs ou licenciés et 23 subalternes. Des cours de conversation par petits grou-

pes en anglais et en allemand, animés par des étrangers donnent de bons résultats.

Des détails sont donnés sur : les transformations aux installations, les ressources, les résultats des recherches.

Après une bibliographie des différents mémoires et communications, un chapitre traite des travaux et liaisons avec l'extérieur et un autre les travaux du service de documentation. Enfin, mais surtout, le rapport développe longuement les résultats des recherches.

Elles ont porté sur les points suivants :

A. — Production du charbon.

I. Explosifs. Inflammation du grisou et des poussières.

II. Aérage. Grisoumétrie. Appareils de sauvetage.

III. Poussières nocives. Silicose.

IV. Pressions de terrains. Soutènement.

V. Études et essais sur le matériel de mine.

B. — Préparation mécanique des charbons.

I. Epuration des charbons.

II. Agglomération.

C. — Transformation et utilisation du charbon.

I. Études sur la constitution des houilles et des coques.

II. Cokéfaction.

III. Gazéification.

IV. Combustion.

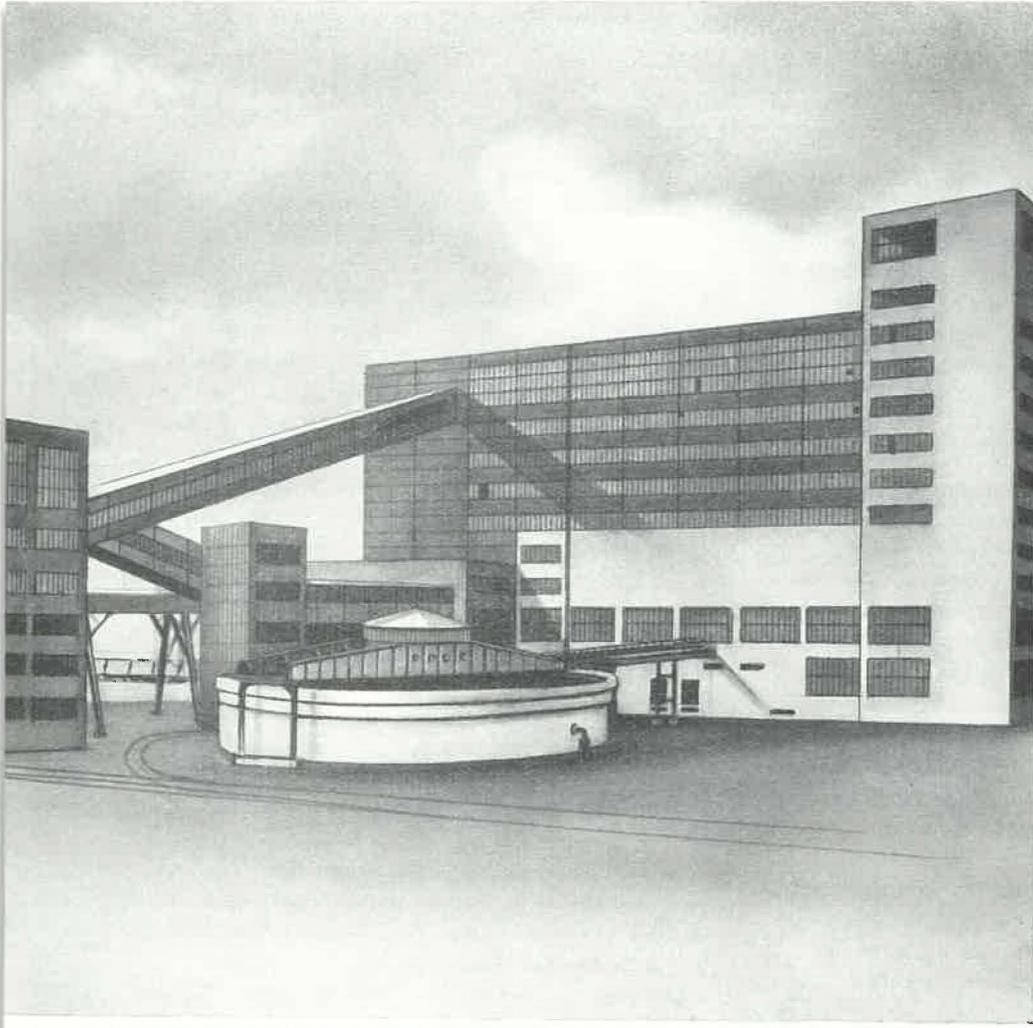
D. — Divers.

**R. METZ, M. RICHTER und H. SCHURENBERG.** — *Die Blei-Zink-Ergänge des Schwarzwaldes.* - Heft 14. **Les filons de plomb et zinc de la Forêt-Noire.**

Avec des cartes des filons et des aspects pétrographiques du sud de la Forêt-Noire.

Monographie n° 14 des gisements de plomb et de zinc d'Allemagne. Annexe à l'Annuaire Géologique, Vol. 29. Broché 18 × 35 cm, 277 p., 15 pl., 113 fig. et 24 tabl. Edité par le Comité des Gisements de la Société des Métallurgistes et des Mineurs allemands (G.D.M.B.) en collaboration avec le Service Géologique de la République fédérale allemande. En vente à la Direction de la G.D.M.B., Clausthal Zellerfeld - Prix : 40 DM.

Les filons de la Forêt-Noire sont connus depuis très longtemps. On sait moins généralement l'importance qu'ils ont eue au Moyen-Age pour la



- 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

fourniture du plomb et de l'argent. Plus récemment, une production intensive reprit aux mines de Scharunslund pour zinc, plomb et argent actuellement en régression. Une telle importance historique jointe d'ailleurs à un certain intérêt encore actuel justifiait une monographie sur la région. D'autant plus que les différents types de paragenèse distribués dans les provinces minéralogiques variées sont d'un grand intérêt scientifique en même temps que pratique pour le mineur.

Les travaux de cette monographie ont été favorisés par le fait que des recherches appuyées sur les méthodes et les conceptions modernes et concernant la pétrographie de la Forêt-Noire sont arrivées à des résultats. Les connaissances actuelles sur les processus tectoniques et magmatiques de la Forêt-Noire permettent de situer dans le Houiller supérieur la minéralisation hydrothermale très étendue et étonnamment variée qu'on rencontre surtout à Kinzig, Scharunslund, Belchen et Feldberg. Considérée dans son ensemble la composition de cette venue filonienne est excessivement étendue et variable. La monographie étudie plus spécialement la partie du gisement manifestant la paragenèse plomb-zinc.

Une carte géologico-pétrographique au 1/50.000<sup>e</sup> du Sud de la Forêt-Noire est annexée au volume.

#### ANNALES DES MINES DE FRANCE

##### Mai 1958

En raison de l'importance qu'elles attachent aux travaux appelés à servir de fondement au développement d'idées nouvelles, les Annales des Mines consacrent la totalité du présent numéro à la publication originale et in extenso d'un mémoire de M. J. Desbrousseaux, ingénieur général des Mines, précédemment Directeur des Mines et de la Sidérurgie. Ce mémoire consacré au *Calcul de l'amortissement dans les prix de revient industriels* est appelé à faire autorité dans cette technique nouvelle

qui, par confrontation de la science économique avec la vie des entreprises, recherche l'efficacité maximum dans la gestion de la production industrielle.

L'auteur y met en relief les différences fondamentales entre l'amortissement, tel qu'il intéresse l'ingénieur et l'industriel et l'amortissement financier tel qu'on le pratique habituellement, par une confusion trop fréquente.

On trouvera également dans ce numéro une notice sur la politique italienne des hydrocarbures et l'Ente nazionale idrocarburi, une étude sur les accidents de mine, la chronique des métaux, minerais et substances diverses et des notes bibliographiques.

##### Juin 1958

La question du Transport du pétrole par pipeline est, à coup sûr, d'actualité au moment où le développement des gisements sahariens d'hydrocarbures fait concevoir les plus beaux espoirs pour l'alimentation en énergie de la zone franc dans les prochaines années. M. Charreton, fort de l'expérience acquise en la matière par la Compagnie française des pétroles, donne les éléments détaillés du calcul économique d'un pipe-line.

Parmi les gisements d'uranium découverts récemment en France, figurent ceux de la *Chapelle-Largeau et de la Commanderie* dans les Deux-Sèvres. Dans un article très complet, MM. Sanselme et Gerstner, ingénieurs au Commissariat à l'énergie atomique, font connaître l'état actuel des travaux dans ces deux gisements prometteurs.

Des notes de technique et sécurité minières, un compte rendu de l'inauguration de la station d'essais de l'Institut de Recherches de la Sidérurgie à Maizières les Metz, le 22 avril 1958, la chronique habituelle des minerais, métaux et substances minérales diverses, des notes bibliographiques complètent la livraison.