ADMINISTRATION DES MINES - BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

JUILLET 1954 Bimestriel — Tweemaandelijks **JULI 1954**

Annales des Mines

DE BELGIQUE

Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

P 1273

REDACTION :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIÈRE

REDACTIE :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

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

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES

37-39, rue Borrens — BRUXELLES

COMITE DE PATRONAGE

MM. L. BRACONIER, Administrateur-Directeur-Gérant de la S. A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
L. CANIVET, Président 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.
E. CHAPEAUX, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
P. CULOT, Délégué à l'Administration des Charbonnages de la Brufina, à Hautrage.
P. DE GROOTE, Ancien Ministre, Président de l'Université Libre de Bruxelles, à Uccle.
L. DEHASSE, Président de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Mons.
A. DELATTRE, Ancien Ministre, à Paturages.
A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
L. DENOEL, Professeur à l'Université de Liège, à Liège.
N. DESSARD, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
P. FOURMARIER, Professeur à l'Université de Liège, à Liège.
L. GREINER, Président d'Honneur du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.
A. HALLEUX, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles, à Bruxelles.
M. LASSALLE, Président Honoraire de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
P. MAMET, Président de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
A. MEILLEUR, Administrateur-Délégué de la S. A. des Charbonnages de Bonne Espérance, à Lambusart.
I. ORBAN, Administrateur-Directeur Général de la S. A. des Charbonnages de Mariemont-Bascoup, à Bruxelles.
O. SEUTIN, Directeur-Gérant honoraire de la S. A. des Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Bruxelles.
E. SOUPART, Administrateur-Délégué de la S. A. des Charbonnages de Tamines, à Tamines.
E. STEIN, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Hasselt.
R. TONGLET, Président de l'Union des Producteurs Belges de Chaux, Calcaires, Dolomies et Produits Connexes (U.C.C.D.), Soc. Coop., à Sclayn.
R. TOUBEAU, Professeur 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.
O. VERBOUWE, Directeur Général Honoraire des Mines, à Uccle.

BESCHERMEND COMITE

HH. L. BRACONIER, Administrateur-Directeur-Gérant van de N. V. « Charbonnages de la Grande Bacnure », te Luik.
L. CANIVET, 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.
E. CHAPEAUX, Voorzitter van het Verbond der Groeven, te Brussel.
P. CULOT, Afgevaardigde bij het Beheer van de Steenkolenmijnen van de Brufina, te Hautrage.
P. DE GROOTE, Oud-Minister, Voorzitter van de Vrije Universiteit Brussel, te Ukkel.
L. DEHASSE, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Bergen.
A. DELATTRE, Oud-Minister, te Paturages.
A. DELMER, Ere Secretaris Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, te Brussel.
L. DENOEL, Hoogleraar aan de Universiteit Luik, te Luik.
N. DESSARD, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
P. FOURMARIER, Hoogleraar aan de Universiteit Luik, te Luik.
L. GREINER, Ere-Voorzitter van de « Groupement des Hauts-Fourneaux et Aciéries Belges », te Brussel.
A. HALLEUX, Hoogleraar aan de Vrije Universiteit Brussel, te Brussel.
M. LASSALLE, Ere-Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid, te Brussel.
P. MAMET, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
A. MEILLEUR, Afgevaardigde-Beheerder van de N. V. « Charbonnages de Bonne Espérance », te Lambusart.
I. ORBAN, Administrateur-Directeur Generaal van de N. V. « Charbonnages de Mariemont-Bascoup », te Brussel.
O. SEUTIN, Ere Directeur-Gerant van de N. V. der Kolenmijnen Limburg-Maas, te Brussel.
E. SOUPART, Afgevaardigde - Beheerder van de N. V. « Charbonnages de Tamines », te Tamines.
E. STEIN, Voorzitter van de Kolenmijn - Vereniging van het Kempisch Bekken, te Hasselt.
R. TONGLET, Voorzitter der Vereniging der Belgische Voortbrengers van Kalk, Kalksteen, Dolomiet en Aanverwante Producten (U.C.C.D.), S. V., te Sclayn.
R. TOUBEAU, 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.
O. VERBOUWE, Ere Directeur Generaal der Mijnen, te Ukkel.

COMITE DIRECTEUR

MM. A. MEYERS, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
J. VENTER, Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, à Liège, Vice-Président.
H. ANCIAUX, Inspecteur Général des Mines, à Wemmel.
P. DELVILLE, Directeur Général à la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
C. DEMEURE de LESPAUL, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
P. GERARD, Directeur divisionnaire des Mines, à Hasselt.
M. GUERIN, Inspecteur Général des Mines, à Liège.
H. LABASSE, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Embourg.
R. LEFEVRE, Directeur divisionnaire des Mines, à Jumet.
M. NOKIN, Directeur à la Société Générale de Belgique, à Bruxelles.

BESTUURSCOMITE

HH. A. MEYERS, Directeur Generaal van het Mijnwezen, te Brussel, Voorzitter.
J. VENTER, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.
H. ANCIAUX, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Wemmel.
P. DELVILLE, Directeur Generaal bij de Vennootschap « Evence Coppée et Cie », te Brussel.
C. DEMEURE de LESPAUL, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
P. GERARD, Afdelingdirecteur der Mijnen, te Hasselt.
M. GUERIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Luik.
H. LABASSE, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Embourg.
R. LEFEBVRE, Afdelingdirecteur der Mijnen, te Jumet.
M. NOKIN, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

Ministère des Affaires économiques
et des Classes moyennes

ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

ANNEE 1954
Tome LIII. — 4e livraison.

Ministerie van Economische Zaken
en Middenstand

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

JAAR 1954
Boekdeel LIII. — 4e aflevering.

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

Sommaire — Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes 460

INSTITUT NATIONAL DES MINES

J. FRIPIAT. — Rapport sur les travaux de l'Institut National des Mines en 1953 . . . 465

MEMOIRES

D. W. van KREVELEN. — Origine, structure, propriétés et valorisation de la houille . . . 502

Protection des bâtiments contre les mouvements de terrains 511
Compte rendu de la Journée organisée par INICHAR, à Liège, le 2 avril 1954 :
J. VENTER. — Introduction.
L. PIRNAY. — Exposé général.
G. LESAGE. — Etude des fondations.
Discussion.

INICHAR. — L'utilisation des schistes de lavoirs : Déterminations analytiques - Essais semi-industriels de gazéification de schistes de lavoir 528

E. MERTENS, L. HELLINCKX et R. VERHILLE. — Contribution à l'étude de l'utilisation thermique des schistes de lavoir 534

NOTES DIVERSES

MATERIEL MINIER (Notes rassemblées par INICHAR) : Nouvel appareil pour nettoyer la saignée lors du havage au mur. — Tuyaux de remblayage trempés par induction. — Dispositif de protection sur tête motrice de convoyeur à bande entraînée par moteur à air comprimé. — Nouveau locotracteur de mines Deutz Diesel hydraulique à deux cabines. — Dispositif pour le prolongement de la voie pendant le creusement de la galerie. — Grisoumètre japonais Riken-Keiki. — Lampes portatives avec tubes fluorescents. — Foire de Béthune, juin 1954 539

Le matériel de préparation mécanique Humboldt à la Foire Internationale de Liège 1954 : 550
M. DECKER. — La technique des vibrations et le criblage.
M. HECKMANN. — Essoreuses à panier tamis oscillant Humboldt.
M. STEINMANN. — Filtration par le vide au moyen de filtres rotatifs sans cellules.

BIBLIOGRAPHIE

INICHAR. — Revue de la littérature technique 564
Divers 581

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

BIMESTRIEL - Abonnement annuel : Belgique : 450 F - Etranger : 500 F
TWEEMAANDELIJKS - Jaarlijks abonnement : België : 450 F - Buitenland : 500 F

BASSINS MINIERS — Périodes	Production nette (Tonnes)	Consommation propre et fournitures au personnel (tonnes) (1)	Stock (tonnes)	Jours ouvrés (2)	PERSONNEL — Nombre moyen d'ouvriers : à veine	Fond	Fond et surface	Indices (3) : Veine	Taille	Fond	Fond et surface	Rendement Kg : Fond	Fond et surface	Présences % (4) : Fond	Fond et surface	Mouvement de la main-d'œuvre (5) : Belge	Etrangère	Totale	Grisou capté et valorisé (6)
Borinage	369.620	44.438	728.187	23,00	2.938	16.223	22.118	0,18	0,43	1.04	1,43	965	700	80,93	83,49	—119	221	— 340	721.000
Centre	315.912	44 729	535.929	24,64	2.019	11.929	16.669	0,16	0,41	0,94	1,32	1.059	756	83,86	85,95	— 31	— 200	— 231	1.564.834
Charleroi	618.181	66.227	780.069	24,86	4.849	22.840	32.404	0,20	0,39	0,93	1,34	1.076	748	84,23	86,50	— 50	— 370	— 420	1.832.664
Liège	433.820	48.059	124.460	24,89	3.184	18.302	24.889	0,18	0,46	1,06	1,46	939	687	82,10	84,47	— 23	— 353	— 376	—
Campine	748.514	64 686	1.569.275	23,00	4.818	24.234	33.237	0,15	0,31	0,75	1,04	1.333	961	85,87	88,24	—135	— 306	— 441	—
Le Royaume	2.486.047	268.139	3.728.920	24,03	17.808	93.542	129 378	0,17	0,39	0,92	1,28	1.091	781	83,61	85,96	—358	—1450	—1808	4.118.498
1954 Mars	2.675 666	297.416	3.371.579	25,91	17.589	92.874	128.463	0,17	0,39	0,91	1,27	1.096	786	82,95	85,32	- 153	—565	— 718	4.195.833
Février	2.438.987	294.395	3.184.146	23,64	17.676	93.321	128.644	0,17	0,39	0,92	1,28	1.091	784	82,16	84,19	+178	— 252	— 74	3 828.818
Janvier	2.556.888	315.183	3.118.294	24,70	17.573	93.231	128.637	0,17	0,38	0,92	1,28	1.091	783	82,84	85,08	+772	— 792	— 20	4.155.674
1953 Décembre	2.539.830	209.876	3.073 575	24,00	18.346	96 709	133.203	0,17	0,39	0,93	1,30	1.072	768	80,10	82,6	+244	—1403	—1159	4.287.654
Moyen. mens.	2.505.024	206.148	3.073.575(7)	24,6	18.058	95.151	131.597	0,18	0,40	0,94	1,32	1.068	766	78,2	81	+ 10	— 450	— 440	4.484.181
Avril	2.620.393	206.856	2 403.866(7)	24,8	18.606	97.549	134.924	0,18	0,40	0,94	1,31	1 066	763	81,6	84,3	—331	+ 177	— 154	4.904.181
1952 Moy. mens.	2.532.034	199.149	1.678.220(7)	24,26	18.796	98.254	135.696	0,18	0,40	0,96	1,34	1.042	745	78,7	81,3	— 97	— 7	— 104	5.126 659
1951 » »	2.470.933	216.116	214.280(7)	24,2	18.272	94.926	133.893	0,18	0,39	0,95	1,36	1.052	738	79,6	82,3	—503	+1235	+ 732	2.334.178
1950 Moy. mens.	2.276.735	220.630	1.041.520(7)	23,64	18.543	94.240	135.851	0,19	—	0,99	1,44	1.014	696	78	81	—418	— 514	— 932	—
1949 » »	2.321.167	232.463	1.804.770(7)	23,82	19.890	103.290	146.622	0,20	—	1,08	1,55	926	645	80	81,6	—	—	—	—
1948 » »	2.224.261	229.373	840.340 7)	24,42	19.519	102.081	145 366	0,21	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 » »	2.455.404	205.234	2.227.260(7)	24,2	18.739	91.945	131.241	0,18	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 » »	1.903.466	187.143	955.890(7)	24,1	24.844	105 921	146 084	0,32	—	1,37	1,39	731	528	—	—	—	—	—	-
Sem. du 21 au 27-6-54	580.772	—	4.035.132	5,72	—	87.664	121.550	—	—	0,92	1,28	1.091	781	77.88	80,56	—	—	— 362	—

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 au chiffre correspondant des périodes antérieures.
(2) A partir de 1954, il est compté en jours ouvrés, les chiffres de cette colonne se rapportant aux périodes antérieures expriment toujours des jours d'extraction.
(3) Nombre de postes effectués, divisé 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 toujours une portée plus étendue.
(5) Différence entre les nombres d'ouvriers inscrits au début et à la fin du mois.
(6) En m3 à 8.500 cal., 0o C et 760 mm de Hg.
(7) Stock fin décembre.

PERIODES	Secteur domestique (2)	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
1954 Avril (1)	351 827	10.154	418.244 | 1.396 | 86.250	215.044	20.690	11.151	43.996	49.727	114 749	13.745	23.220	62.345	76.495	21.963	33.220	307.500	1.861.716
Mars	397.307	15 923	490.059 | 2.128 | 109.181	291.646	27.202	15 409	47.136	54.514	108.841	16.405	25.686	57.463	90.481	23 004	36.714	383.849	2.192.948
Février	510.794	17.106	490.338 | 1.524 | 119.991	238.003	28.468	18.854	38.132	44.580	110.443	20.955	19.810	49 437	67.419	20.598	33.201	250.012	2.079 665
Janvier	468.744	18.308	523.431 | 2.093 | 121.895	271.803	30 796	—	32.318	51 708	116.597	19 282	24.621	51.155	74.878	20.807	51.142	321.900	2.201.478
1953 Moy. mens.	466.636	14 273	634.847	249.833	26.544	12.161	33 516	36.269	117.197	16.931	25.722	56.704	80.820	17.119	55.894	345.027	2.189.493
Avril	472.433	8 712	705.092	195.996	25.423	15 205	37 759	38.263	82.533	14.758	17.984	60.546	71.437	15.359	53.536	264.580	2.085.616
1952 Moy. mens.	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
1951 Moy mens.	573 174	12.603	665 427	322.894	42.288	19.392	36.949	49.365	125 216	28.251	33.064	76.840	87.054	21.389	82.814	143.093	2.319.813

N. B. — (1) L'Administration des Mines a adopté à partir de 1954 une nouvelle présentation dans laquelle la fourniture aux différents secteurs n'est plus ventilée par bassin houiller.
(2) Pour les périodes à partir de 1954, cette rubrique ne com porte plus le charbon fourni à prix réduit au personnel mineur actif ou retraité.

BELGIQUE — **COKERIES** — AVRIL 1954

GENRE / PERIODE	Fours en activité		Charbon (t)			Huiles combustibles t	COKE (t)															Ouvriers occupés
			Reçu				Production					Débit										
	Batteries	Fours	Belge	Etranger	Enfourné		Gros coke 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 t	
Minières . . .	6	236	96.099	3.247	99.293	473	56.065	19.544	75.609	6.706	153	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.985	835
Sidérurgiques . .	24	906	298.669	130 867	426 655	114	274.015	52.982	326.997	1.992	1.216	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32 878	2 334
Autres	10	278	28.431	68 401	103.430	12	54.632	28.604	83 236	9.004	372	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44.801	1.466
Le Royaume . .	40	1.420	423.199	202.515	629.378	599	384.712	101.130	485 842	17.702	1.741	8.563	2.290	332.985	3 728	40	310	38.238	69 676	455.830	103.664	4.635
1954 Mars . . .	40	1.419	501.542	233.217	662.355	1.105	398.549	108.239	506 758	20.545	1.945	15.061	3.849	348.14	4 751	213	958	48.185	88.058	509.221	93.095	4.636
Février . .	40	1.428	502.307	83.583	604.238	1,161	360.684	103.853	464.537	22.006	2.943	31.175	6.408	322.60	3.047	2.280	1.281	50.047	70.524	487.368	118.018	4.613
Janvier . .	40	1.408	524.072	122.643	654.589	890	384.736	113.768	498.504	24.621	2 617	26.161	5.679	344.101	5.116	—	1.000	43.572	78.631	504.260	165.798	5.322
1953 Moy. mens.(1)	41	1 432	544.559	101.555	646.114	353	372.813	123 243	496.056	18.521	2.984	11.196	3.081	334.421	1.827	251	1.613	45.402	68.371	469.186	201 013 (2	4 736
Avril . . .	42	1 463	635.301	29.520	664.821	509	395.763	114.884	510.647	13.055	2.369	6.834	1.491	358.570	461	363	521	41.567	45.028	457.204	141.932	4.807
1952 Moy. mens. .	42(4)	1.471(4	596.891	98.474	695.365	7.624(3)	421.329	112.605	533.934	12.943	3.215	12.260	4.127	368.336	1.039	279	1.958	48.331	80.250	519.195	100.825 (2	4.284
1951 » »	40(4)	1.442(4	459.724	201.122	660.846	14.297(3)	398.624	109.409	508.033	18.998	3.498	16.295	2.968	364 863	1.299	301	1.904	55 968	40.684	487.752	67.270 (2	4.147
1950 » »	42(4)	1.497(4	481.685	26.861	508.546	14.879(3)	297.005	86.167	383.172	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.169
1949 » »	44(4)	1.532(4	487.757	66.436	554.193	11.904(3)	315.740	103 825	419.565	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.635
1948 » »	47(4)	1.510(4	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 » »	56(4)	1 669(4	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 » »	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

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

BELGIQUE — **COKERIES** — AVRIL 1954

GENRE / PERIODE	GAZ (en 1.000 m3) (1)						SOUS-PRODUITS (t)				
	Production	Consommation propre	Débit				Brai	Goudron brut	Ammoniaque (en sulfate)	Benzol	Huiles légères
			Synthèse	Sidérurgie	Autres industries	Distributions publiques					
Minières . . .	39 428	16.536	20.227	—	430	13.029	—	3.022	985	—	—
Sidérurgiques .	142.545	93.690	33 980	44.126	2.945	37.522	—	10.585	3.922	—	—
Autres	41.912	20.099	7.850	—	705	16.771	—	2.333	844	—	—
Le Royaume .	223.875	130.325	62.057	44.126	4.080	67.322	—	15 940	5 751		—
1954 Mars . .	238.014	138 476	65.125	46.451	4.124	70.670	—	17.285	6.114	—	—
Février . .	224.284	133.817	61.533	41.733	4.719	71.639	—	16.074	5.550	—	—
Janvier . .	245.047	143 912	69.711	43.362	5.422	77.266	—	17.219	6.126	—	—
1953 Moy. m. (2)	226.650	128.141	63.220	43.659	5.311	62.585	2.407	16.703	5.959	—	—
Avril . . .	230 955	130 952	66.203	46.652	5.626	58.394	3.266	16.942	6.078	—	—
1952 Moy. mens	229.348	134.182	67.460	46.434	3.496	62.714	2.320	17.835	6.309	4.618	746
1951 Moy. mens.	232.666	129.281	68 912	42.906	4.975	63.219	2.137	17.032	6.014	4.156	605
1950 Moy. mens.	193.619	126 601	(3)	(3)	(3)	(3)	1.844	13.909	4 764	3.066	632
1949 Moy. mens.	185.659	140 644	(3)	(3)	(3)	(3)	1.614	15 129	5.208	3 225	1.322
1948 Moy. mens.	105.334(4)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	—	16.053	5.624	4.978	—
1938 Moy. mens.	75.334(4)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	—	14.172	5.186	4.636	—

(1) à 4.250 Cal., O°C et 760 mm Hg. (2) Chiffres provisoires. (3) Non recensés. (4) Non utilisé à la fabrication du coke.

BELGIQUE — **FABRIQUES D'AGGLOMERES** — AVRIL 1954

GENRE / PERIODE	Production (t)			Consommation propre t	Livraisons au personnel t	Matières premières t		Ventes et cessions t.	Stock (fin du mois) t	Ouvriers occupés
	Boulets	Briquettes	Totale			Charbon	Brai			
Minières . . .	57.618	31 872	89.490	—	—	—	—	—	—	—
Indépendantes .	1.425	430	1.855	—	—	—	—	—	—	—
Le Royaume .	59.043	32.302	91 345	4.478	9.685	86.594	7.066	76.916	13.159	550
1954 Mars . .	78.396	36 658	115.054	5.187	11.435	109.294	8.951	96 368	12.893	580
Février .	92.507	34.767	127.274	5.610	12.706	120.816	9.754	108.556	10.829	614
Janvier .	88.114	41.354	129.468	5 615	13.418	122.966	10.017	113.218	10.42	599
1953 Moy. m.(1)	71.320	40.146	111.466	1 714	259	103 195	9.003	110.335	12.243(2)	585
Avril . .	47.185	34.348	81.533	1.719	105	75.758	6.599	79.229	36.677	545
1952 Moy. mens	71.262	52.309	123.571	1.129	103	115.322	10.094	119 941	36.580(2)	638
1951 Moy.mens.	86.369	64.475	150 844	1.608	95	138.946	12.915	150.535	4.900(2)	722
1950 Moy.mens.	38.898	46.079	84.977	2.488	377	78.180	7 322	85.999	—	552
1949 » »	20.574	44.702	65.276	—	—	60.240	5 558	63 697	—	462
1948 » »	27.014	53 834	80.848	—	—	74.702	6 625	—	—	563
1938 » »	39.742	102.948	142.690	—	—	129.797	12.918	—	—	873
1913 » »	—	—	217.387	—	—	197.274	—	—	—	1911

(1) Chiffres provisoires. (2) Stock fin décembre.

BELGIQUE — BOIS DE MINES — AVRIL 1954

PERIODE	Quantités reçues m³ : Origine indigène	Importation	Total	Consommat. totale (m³) y compris les exportations	Stock (m³) à la fin du mois
1954 Avril	70.454	218	70 672	88.331	578.606
Mars	61 384	356	61.740	92.595	594.544
Février	47.478	342	47.820	83.334	624 072
Janvier	39.616	601	40.217	87.117	657.918
1953 Moy. mens.	66 994	1.793	68.787	91.430	669.587(1
Avril	67.516	759	68.275	86.500	736.190
1952 Moy. mens.	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695(1
1951 » »	64.936	30.131	95.067	93.312	643.662(1
1950 » »	62.036	12.868	74.904	90.209	570.013(1
1949 » »	75.955	25.189	101 144	104.962	727.491(1

(1) Stock fin décembre.

BELGIQUE — BRAI — AVRIL 1954

PERIODE	Quantités reçues t : Origine indigène	Importation	Total	Consommation totale t	Stock à la fin du mois t	Exportations t
1954 Avril	3.419	10 868	14.287	7.066	38.680	4.184
Mars	2.717	9.671	12.388	8.951	31.459	4.928
Février	7.298	—	7.298	9.754	28.022	3 546
Janvier	7.363	5.055	12.418	10.017	30.478	3.554
1953 Moy. mens.	4.156	3.839	7 995	8.769	28.077	3.602
Avril	219	7.771	7.990	6.532	42.875	1.334
1952 Moy. mens.	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357(1)	2.014
1951 » »	6 394	5 394	11.788	12.722	20.114(1)	208
1950 » »	5.052	1.577	6.629	7.274	31.325(1)	1 794
1949 » »	2.962	853	3.815	5.156	39.060(1)	453

(1) Stock fin décembre.

BELGIQUE — METAUX NON FERREUX ET ALLIAGES — MARS 1954

PERIODE	Produits bruts (1re et 2e fusions) : Cuivre t	Zinc t	Plomb t	Etain t	Aluminium t	Antimoine, Cadmium, Cobalt, Nickel, etc. t	Total t	Argent, or, platine, etc. kg	Demi-produits : A l'exception des métaux précieux t	Argent, or, platine, etc. kg	Ouvriers occupés
1954 Mars (1)	11.899	17.429	5.821	871	140	428	36.588	27.301	12.523	1.903	15.169
Février (2)	12 619	17.203	6.162	968	155	445	37.552	24.193	13 450	1 509	15.221
Janvier	12.647	17.266	6.095	940	164	515	37.627	23.922	13.943	1.814	15.346
1953 Décembre	12.793	16.527	6 260	912	165	567	37.224	23.742	15 170	1.953	15.325
Moy. mens.	12.528	16.119	6.363	821	125	390	36.346	24.384	12.833	1.638	14 986
Mars	12.535	17.274	6.578	827	129	343	37.686	22.726	12.286	1.634	15.305
1952 Moy. mens.	12.227	15.566	6.285	849	117	377	35 421	23.605	13.008	1.751	16.227
1951 Moy. mens.	11.846	16.741	5.887	835	117	407	35.833	23.065	16.470	1.875	16.647
1950 » »	11.437	14.777	5.175	864	141	391	32.785	19 512	13.060	1.788	15.053

N.-B. — Pour les produits bruts : moyennes trimestrielles mobiles. Pour les demi-produits : valeurs absolues.
(1) Chiffres provisoires. (2) Chiffres rectifiés.

BELGIQUE — SIDER — PRODUC

PERIODE	Hauts fourneaux en activité	Produits bruts : Fonte	Acier Total	Fer de masse	Produits demi-finis (1) : Pour relamineurs belges	Autres	Produits : Aciers marchands	Profilés et zorès (I et U de plus de 80 mm)	Rails et accessoires	Fil machine
1954 Avril (2)	45	335.759	400 081(4	5 099	43 331	29.944	108.181	15 543	4.649	32.258
Mars (3)	43	372.036	412 379(4	5.763	45.272	25.190	111.057	12.681	4 011	35.641
Février	43	340.925	372.426(4	4.492	38.729	20.258	102 116	16.825	3 932	32.385
Janvier	42	358.198	382 344(4	4.484	44.411	18.292	103.888	14.282	7.721	37.893
1953 Moy. mens. (2)	45	351.424	374.951(4	4.104	33.886	15.187	107.598	16.681	7.433	28.135
Avril	47	374 613	403.563(4	3.751	37.287	12.430	119.167	22.609	9.083	27.335
				Fers finis						
1952 Moy. mens.	50(5)	399.133	422.281(6	2.772	97.171		116 535	19.939	7.311	37.030
			Acier				Aciers marchands (7)	Profilés (80 mm et plus, zorès)	Rails, accessoires, traverses	
1951 Moy. mens.	49(5)	405.676	421.134(6	4.092	99 682		111.691	19.483	9.857	40.494
1950 » »	48(5)	307.898	311.034	3 584	70 503		91.952	14.410	10.668	36 008
1949 » »	48(5)	312.441	315.203	2.965	58.052		91.460	17.286	10.370	29.277
							Aciers marchands et rods (7)	Profilés spéciaux et poutrelles		Verges
1948 » »	51(8)	327 416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853	28.979
1938 » »	50(8)	202.177	184.369	3.524	37.939		43.200	26.010	9.337	10.603
							Aciers marchands			Verges et aciers serpentés
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. (2) Chiffres provisoires. (3) Chiffres rectifiés. (4) Dont acier moulé avant ébargage : 6.868 t en avril ; 7.377 t en mars ; 5.580 t en février ; 5.856 t en janvier 1954 ; 7.329 t moyenne mensuelle 1953 ; 7.961 t en avril 1953. (5) Pendant tout ou partie de l'année. (6) Dont acier moulé : 5.575 t moyenne mensuelle 1952 ; 5.339 t, moyenne mensuelle 1951. (7) Non compris l'acier moulé. (8) Hauts fourneaux en ordre de marche ; le nombre fictif de hauts fourneaux, qui, travaillant sans interruptio n, auraient donné la production de l'année, est : pour 1948 42,93, et pour 1938 : 35,31.

IMPORTATIONS					EXPORTATIONS			
Pays d'origine Périodes Répartition	Charbons t	Cokes t	Agglomérés t	Lignites t	Destination	Charbons t	Cokes t	Agglomérés t
Allemagne Occid.	163.916	2.776	730	5.709	Allemagne Occident.	6.347	—	5
Etats-Unis d'Amérique	14.079	—	—	—	Danemark	1.125	1.161	—
France	25.974	1	30	—	Espagne	—	3.386	—
Pays-Bas	33.790	1.628(1)	1.235	390	Espagne et Maroc Esp.	6.208	—	—
Royaume-Uni	49.060	2.319(2)	152		France	102.920	31.765	18.973
U.R.S.S.	1 021	—	—	—	Hongrie	—	21.898	—
					Italie	60.126	—	—
					Luxembourg	2.808	8.123	420
Total avril 1954	287.840	6.724(4)	2 147	6.099	Pays-Bas	123 131	1.274	2.959
1954 Mars	394.418	12.253	3.284	5.565	Suisse	11.132	700	743
Février	167.256	6.256	4.750	5.979	Autres pays	50	1.369	250
Janvier	247.478	8.332	3.304	6.350				
1953 Moy. mensuelle	181.601	2.474	906	6.571				
Avril	74.243	1.699	24	5.393				
					Total avril 1954	313.847	69 676	23.350
Répartition :								
1) Secteur domestique	57.714	117	2.347	5.319				
2) Secteur industriel	223.004	5 436	—	780				
Réexportations	6.347							
Mouvement des stocks	+775	+1.171	—200	—				

(1) Dont 962 t coke de gaz. (2) Coke de gaz.
(3) Dont 3281 t coke de gaz.
(4) Charbon importé.

TION (T)

Inis

Tôles fortes 4,76 mm et plus	Tôles moyennes 3 à 4,75 mm	Larges plats	Tôles fines noires	Tôles galvanisées, plombées, et étamées	Feuillards, bandes à tubes, tubes sans soudure	Divers	Total	Tubes soudés	Ouvriers occupés
38.711	6.444	2.795	35.258	15.479	22.048	2.439	283.805	3.918	44.714
39.372	8.164	2.237	39.222	14 895	30.776	1.678	299.734	3 889	44.773
40.025	6.734	2.017	34.577	13.988	21.929	580	275.108	3.389	44.688
43.062	6.484	1.797	31.843	14.542	20.970	1.487	283.969	2.777	44.881
43.334	7.069	3.515	27.764	13.438	21.845	3.048	279.860	3.838	46.978
45.126	6.599	4.778	36.727	10.402	25.109	3.939	310.874	3 987	47 599
39.357	7.071	3.337	37.482	11.943	26.652	5.771	315.388	2.959	43.263
			Tôles minces, tôles fines, tôles magnétiques						
36.489	5.890	2.628	42 520	15.343	32.476	6.336	323.207	3 570	43.640
24.476	6.456	2.109	22.857	11.096	20 949	2.878	243.859	1.981	36.415
30.715	5.831	3 184	23.449	9.154	23.097	3.526	247.349	—	40.506
Grosses tôles	Tôles moyennes		Tôles fines	Tôles galvanisées	Feuillards et tubes en acier				
28.780	12.140	2.818	18 194	10.992	30.017	3.591	255.725	—	38.431
16 460	9.084	2.064	14 715	—	13.958	1.421	146.852	—	33.024
19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	35.300

PRODUCTION	Unités	Mars 1954 (1)	Février 1954 (2)	Mars 1953	Moyenne mensuelle 1953
PORPHYRE :					
Moellons	t	448	194	20.380	9.511
Concassés	t	207.472	68.755	229.736	225.567
Pavés et mosaïques.	t	4.178	2.167	4.582	3.596
PETIT-GRANIT :					
Extrait	m^3	12.846	4.751	14.620	16.279
Scié	m^3	6.794	2.392	6.212	5.975
Façonné	m^3	1.438	638	1.439	1.306
Sous-produits	m^3	9.126	3.466	19.300	16.362
MARBRES :					
Blocs équarris	m^3	326	168	475	480
Tranches ramenées à 20 mm	m^2	42.445	32.515	33.729	37.490
Moellons et concassés	t	962	871	2.672	2.010
Bimbeloterie	Kg	36.380	21.825	29.457	30.250
GRES :					
Moellons bruts	t	7.150	1.554	18.390	14.429
Concassés	t	69.078	21.940	87 093	85 899
Pavés et mosaïques.	t	1.249	577	1.709	1.381
Divers taillés	t	3.239	1.221	4.029	4.086
SABLE :					
pour métallurgie	t	43.666	27.806	47.609	46.629
pour verrerie	t	80.312	36.032	50 473	62.831
pour construction	t	107.381	39.518	108.514	104.251
Divers	t	53.086	18.231	38.349	35.855
ARDOISE :					
pour toitures	t	965	965	981	955
Schiste ardoisier	t	67	31	125	107
Coticule (pierre à aiguiser)	Kg	4.872	3.270	5.080	4.598

PRODUCTION	Unités	Mars 1954 (1)	Février 1954 (2)	Mars 1953	Moyenne mensuelle 1953
PRODUITS DE DRAGAGE : Gravier	t	107.777	11.371	97.601	95.348
Sable	t	15 908	3.118	13.148	15.400
CALCAIRES :	t	117.009	71.944	174.239	163.421
CHAUX :	t	132.941	112.722	140.654	124.819
PHOSPHATES	t	3.077	2 444	2.535	2.991
CARBONATES NATUR. (Craie, marne, tuffeau)	t	22.271	14.643	18.521	18.142
CARBON. DE CHAUX PRECIPITES	t	2.676	2.584	3.181	4.162
CHAUX HYDRAULIQUE ARTIFICIELLE	t	1.549	274	1.794	1.267
DOLOMIE : Crue	t	10.069	5.955	10.734	15.516
Frittée	t	18.428	16,197	19.047	16.573
PLATRE :	t	3.436	1.675	2.662	2.654
AGGLOM. PLATRE	m^2	108.856	59.579	107 364	106.660
		4e trim. 1953	3e trim. 1953	4e trim. 1952	Moy mens. 1953
SILEX : Broyé	t	2.993	2.774	3.165	1.015
Pavés.	t	515	1.107	756	260
FELDSPATH & GALETS	t	153	111	1.067	51
QUARTZ et QUARTZITES	t	50.071	45.950	40.047	14 179
ARGILES :	t	108.992	104.580	91.450	32.200
		Mars 1954 (1)	Février 1954 (2)	Mars 1953	Moy mens. 1953
Ouvriers occupés		13.708	13.116	15.211	14.635

(1) Chiffres provisoires. (2) Chiffres rectifiés.

COMBUSTIBLES SOLIDES — **PAYS DE LA CECA ET GRANDE-BRETAGNE** — MARS 1954

PAYS	Houille produite (1000 t)	Nombre d'ouvriers inscrits (1000) Fond	Nombre d'ouvriers inscrits (1000) Fond et surface	Rendement par ouvrier et par poste Kg Fond	Rendement par ouvrier et par poste Kg Fond et surface	Nombre de jours ouvrés	Absentéisme en % Fond	Absentéisme en % Fond et surface	Coke de fours produit 1000 t	Agglomérés produits 1000 t	Stocks (1000 t) Houille	Stocks (1000 t) Cokes
Allemagne												
1954 mars (1)	11.443	335,9	—	1.488	—	—	--	—	2.879	555	1.829	—
1953 Moy. mens.	10.373	335,1	—	1.458	—	—	—	—	3.148	408	841(2	—
Mars	10.920	334,5	--	1.489	—	—	—	—	3.379	475	653	—
Belgique												
1954 mars (1)	2.676	114,6	153,6	1.096	786	25,91	17,05	14,68	507	115	3.372	93
1953 Moy. mens.	2.505	117,0	157 (1	1.068	766	24,6 (1	21.8	19,00	496	111	3 074 (2	202 (2
Mars	2.686	118,7	159,9	1.075	763	25,7	20.8	18,00	536	94	2.071	101,5
France												
1954 mars (1)	5.066	153,8	223	1.495	985	26,21	19,32	15,39(5	776	447	5.888(3	333,4
1953 Moy. mens.	4.382	158,2	229,4	1.416	926	23,39	23,18	16,84(5	719	582	5 602(2	435
Mars	4.952	162,0	234	1.407	932	25,68	17,62	13,23(5	790	484	5.286	245
Sarre												
1954 mars (1)	1.485	37,8	57,4	1.744	1.114	25,56	18,12	12,56(5	301	—	479	26,5
1953 Moy. mens.	1.368	38,1	58	1.676	1.073	24,53	16,29	12,08(5	299	—	536(2	34
Mars	1.477	38,4	58,4	1.698	1.085	25,93	14,28	10,08(5	334	—	519	11,4
Italie												
1954 mars (1)	95	7,0	—	663	—	—	—	—	202	—	70	—
1953 Moy. mens.	94	7,6	--	609	—	—	—	—	193	—	37(2	—
Mars	93	7,3	—	602	—	—	—	—	198	—	68	—
Pays-Bas												
1954 mars (1)	1.043	31,0	—	1.487	—	—	—	—	275	76	262	—
1953 Moy. mens.	1.025	29,9	53,7	1.567	—	25,4	7,2	6,00	270	75	213(2	—
Mars	1.053	30,2	54	1.561	—	26	8,4	7,1	276	76	159	—
Communauté												
1954 mars (1)	21.808	680,1	—	1.432	—	—	—	—	4.940	1.193	11.900	—
1953 Moy. mens.	19.747	685,9	—	1.401	—	—	—	—	5.125	1.176	10.306(2	—
Mars	21.181	691,1	—	1.407	—	—	—	—	5.5 3	1.129	8.756	—
Grande-Bretagne				A front								
1954												
Sem. du 21 au 27-3	4.632 4	—	709,6	3.292	1.248	—	—	12,80	—	—	—	—
Sem. du 13 au 19-6	4.534,2(4	—	708,4	3.239	1.229	—	—	11,04	—	—	—	—
1953												
Moy. hebdomad.	4.298,6(4	—	716,9	3.141	1.210	—	—	12,40	—	—	—	—
Sem. du 22 au 28-3	4.712,4(4	—	719,5	3.190	1.240	—	—	12,44	—	—	—	—

N.-B. — (1) Chiffres provisoires. (2) Stock fin décembre. (3) Estimation. (4) Production m archande. (5) Absentéisme chez les ouvriers de la surface seulement.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1953
DE
l'INSTITUT NATIONAL DES MINES
à Frameries-Pâturages

par J. FRIPIAT
Ingénieur en chef des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut.

SOMMAIRE

Samenvatting 466
Résumé 466

SERVICE : SECURITE ET HYGIENE DES MINES.

I. Travaux sur les explosifs

1) Recherches sur la gaine de sûreté 467
2) Explosifs de haute sécurité 470
3) Epreuves d'agréation 470
4) Essais divers 471
5) Tirs à temps au rocher 472

II. Détonateurs et exploseurs 478

III. Etudes diverses 478

IV. Recherches demandées par l'Administration des Mines 479

V. Recherches demandées par les charbonnages et par les constructeurs 480

VI. Lutte contre les poussières (Hygiène) 480

VII. Travaux du laboratoire de chimie 480

VIII. Renseignements divers (visites éducatives - appareils agréés) 481

SERVICE : RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

IX. Recherches sur l'inflammation des mélanges méthane et oxygène 482

ANNEXE : Liste des appareils électriques et autres agréés 485

RESUME

Les travaux effectués au cours de l'année 1953 sont classés en neuf chapitres résumés brièvement ci-après.

I) Explosifs. — *Les recherches relatives aux explosifs ont eu pour but principal la mise au point de gaines nouvelles, semi-rigides ou rigides et par là plus résistantes que la gaine pulvérulente.*

L'intégrité de la gaine étant assurée malgré les manipulations de transport et de mise en œuvre, il devient possible d'envisager l'utilisation d'une nouvelle classe d'explosifs de sûreté : les explosifs brisants gainés.

Cette innovation entraîne évidemment la mise en pratique de normes d'agréation très sévères. Nous nous sommes arrêtés à l'épreuve au bloc rainuré dont on peut, par certains détails de construction, augmenter à volonté la rigueur.

L'efficacité de la gaine peut cependant devenir illusoire par le fait de la décapitation, incident très fréquent avec le tir à temps.

Nous avons indiqué antérieurement comment on pouvait, par l'emploi de détonateurs à court retard, amenuiser les conséquences de cet incident. Le fait a été confirmé par de nouveaux essais exécutés dans nos galeries au rocher.

II) Détonateurs et exploseurs. — *La partie la plus importante de ce paragraphe se rapporte au risque d'inflammation par étincelles électriques se produisant dans le circuit postérieurement à l'explosion des charges. On supprime ce risque en réduisant à 4 millisecondes la durée du passage du courant dans la ligne de tir.*

III) Etudes diverses *relatives à des grisoumètres et à un appareil de sauvetage Dräger permettant de longues prestations en atmosphère irrespirable.*

IV) Recherches demandées par l'Administration des Mines. — *Ces recherches ont trait à des accidents survenus dans les mines.*

La plus importante vise la sécurité d'emploi des locomotives Diesel.

V) Recherches pour les charbonnages et constructeurs. — *On trouve, dans ce chapitre, des essais d'empilages pour installations de dégazage des couches. L'empilage de lamelles écartées de 0,5 mm suffit pour arrêter une explosion de méthane pourvu qu'il soit installé à une vingtaine de mètres du point présumé d'inflammation.*

VI) Lutte contre les poussières. — *Classement des chantiers souterrains et essais de masques antipoussières.*

VII) Travaux de laboratoire de chimie. — *Enumération des travaux exécutés et notamment des analyses pour surveillance des chantiers grisouteux.*

VIII) — Renseignements divers. — *Enumération des visites éducatives organisées en 1953 et relevé des appareils et autres engins examinés et agréés sur proposition de l'Institut National des Mines.*

IX) Recherches sur l'inflammation des mélanges de méthane et d'oxygène. — *Le fait le plus saillant rapporté dans ce chapitre est l'absence de période d'induction antérieure à l'explosion.*

Annexe. — *Relevé détaillé des appareils électriques et autres engins agréés en 1953 par la Direction générale des Mines, avec indication sommaire de leurs caractéristiques et des dates des décisions d'agréation.*

SAMENVATTING

Het verslag over de bedrijvigheid gedurende het jaar 1953 is onderverdeeld in negen hoofdstukken, die hierna bondig samengevat worden :

I) Springstoffen. — *De opzoekingen aangaande de springstoffen hadden hoofdzakelijk tot doel het op punt stellen van nieuwe stijve of half-stijve omhulsels, die meerweerstandbiedend zijn dan de poeder vormige huls.*

Daar de integriteit van het omhulsel aldus verzekerd blijft niettegenstaande de behandelingen tijdens het vervoer en het laden, wordt het mogelijk een nieuwe klasse veiligheidsspringstoffen onder ogen te nemen, namelijk de omhulde brisante springsstoffen.

Deze nieuwe formule brengt vanzelfsprekend het vaststellen van zeer strenge aanvaardingsnormen mede. Wij hebben onze keuze laten vallen op de proef in de gegroefde cylinder waarmede men, door de wijziging van zekere constructie-details, de strengheid naar believen kan verhogen.

De doeltreffendheid van het omhulsel kan nochtans in gebreke gesteld worden door de onthoofding van een mijn, incident dat tamelijk veelvuldig optreedt bij tijdschieten.

Vroeger vermelden wij reeds hoe men, door het gebruik van ontstekers met korte vertraging, de gevolgen van zulke incidenten kon verminderen. Dit feit werd bevestigd door nieuwe proeven uitgevoerd in de proefgalerijen in de steen.

II) Ontstekers en ontploffers. — *Het voornaamste gedeelte van deze paragraaf betreft het ontvlammingsgevaar door electrische vonken die kunnen ontstaan in een schietkring na de ontploffing der ladingen.*

Men schakelt dit gevaar uit door de tijd gedurende dewelke de stroom in de schietkring doorgaat, te beperken tot 4 milliseconden.

III) Diverse studies. — *Over mijngasaanduiders en over een reddingsapparaat Dräger dat langdurige prestaties in oninadembare atmosferen toelaat.*

IV) Opzoekingen gevraagd door het Mijnwezen. — *Deze opzoekingen hebben betrekking op ongevallen overkomen in de mijnen.*

De voornaamste studie betreft de veiligheid van het gebruik van Diesellocomotieven.

V) Opzoekingen gevraagd door de kolenmijnen en de constructeurs. — *In dit hoofdstuk vindt men het relaas over de proeven uitgevoerd op vlamgrendels voor de inrichtingen tot opvanging van mijngas. Een vlamgrendel bestaande uit lamellen met 0,5 mm tussenruimte volstaat om een ontploffing van methaan tegen te houden op voorwaarde dat hij opgesteld is op een twintigtal meter van het vermoedelijke ontvlammingspunt.*

VI) Stofbestrijding. — *Rangschikking der ondergrondse werkplaatsen en beproeving van stofmaskers.*

VII) Werken van het scheikundig laboratorium. — *Opsomming van de uitgevoerde studies en van de ontledingen in verband met het toezicht op de mijngasachtige werkplaatsen.*

VIII) Diverse inlichtingen. — *Opsomming van de didactische bezoeken ingericht in 1953 en lijst van de onderzochte apparaten, aanvaard op voorstel van het Nationaal Mijninstituut.*

IX) Opsporingen over de ontvlamming van methaan-zuurstof mengsels. — *Het merkwaardigste feit dat in dit hoofdstuk vermeld wordt is de afwezigheid van inductie-periode vóór de ontploffing.*

Bijlage : *Uitvoerige lijst van de electrische en andere apparaten aanvaard in 1953 door de Algemene Directie van het Mijnwezen, met bondige aanduiding van hun kenmerken en van de data van de agreatiebesluiten.*

I. — TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS

Nos travaux sur les explosifs ont été effectués, les uns en galerie expérimentale, les autres en galerie au rocher.

Les premiers ont été consacrés spécialement à la mise au point de gaines nouvelles, tant pour les explosifs S.G.P. que pour les explosifs brisants.

Quelques essais ont été effectués également sur les explosifs à teneur élevée en matières inhibitrices (explosifs genre bicarbite).

Ces recherches devaient conduire à l'établissement de nôrmes d'agréation auxquelles devront dorénavant satisfaire les trois classes d'explosifs prévues par le nouveau règlement actuellement à l'étude.

En galerie expérimentale il a été procédé également à des essais de caractère courant : agréation d'explosifs S.G.P. gainés, essais d'une Cheddite gainée, vérification de l'inflammabilité de poussières charbonneuses, vérification de la neutralisation de poussières prélevées dans les voies de chantier, examen de la sécurité d'emploi en atmosphère grisouteuse d'un cordeau détonant.

Ces travaux sont groupés dans un chapitre « Essais divers ».

Les expériences au rocher ont eu pour but de confirmer les conclusions favorables émises antérieurement quant à l'emploi des détonateurs à court retard.

1. — RECHERCHES SUR LA GAINE DE SURETE

Lorsqu'en 1951, il apparut nécessaire de renforcer la gaine de sûreté, il fut décidé en même temps qu'elle serait constituée en ordre principal de bicarbonate de soude.

Des essais effectués antérieurement à l'Institut National des Mines avaient montré en effet que la gaine au bicarbonate de soude présentait, à volume égal, une action inhibitrice supérieure à celle des gaines utilisées jusqu'alors.

Cette supériorité avait été démontrée aussi bien par des tirs en charges suspendues que par des tirs au bloc rainuré.

Le bicarbonate de soude présente néanmoins l'inconvénient de s'échapper par les moindres déchirures de l'enveloppe.

Il n'est donc pas toujours certain qu'après le transport et toutes les manipulations effectuées sur les lieux de travail, la gaine ait encore le poids assurant sa pleine efficacité. Les fabricants belges ont cherché à parer cet inconvénient par divers procédés qui ont été appliqués au cours des deux dernières années :

1) aux explosifs renfermant de 15 à 23 % de chlorure sodique de composition analogue à celle des explosifs classés antérieurement comme S.G.P. (Sécurité-Grisou-Poussières);

2) aux explosifs brisants.

Le règlement actuellement à l'étude prévoit en effet l'utilisation dans certains cas, d'explosifs à potentiel de travail supérieur à celui des explosifs S.G.P.

Les premiers essais de la gaine renforcée avaient été réalisés dans un cylindre analogue à celui de la Station de Derne, c'est-à-dire creusé d'une rainure dont les faces, formant un angle de 90°, étaient raccordées par un congé ou arrondi de faible rayon (5 mm).

Dans la suite, nous avons abandonné ce mode de réalisation de la rainure pour en adopter un autre

plus conforme aux incidents susceptibles de se produire dans les tirs réels.

Nous y avons été amenés par les constatations que nous avons faites lors de nos essais de tir à temps au rocher.

Ainsi que nous le rappellerons ultérieurement, ceux-ci ont donné lieu fréquemment à l'amputation des charges avec ou sans inflammation du grisou suivant l'importance du temps écoulé entre les explosions successives; mais à plusieurs reprises, nous avons retrouvé des cartouches non explosées dans des cavités hémicylindriques; la charge qui avait explosé la première avait emporté la cartouche amorce et sectionné le fourneau suivant un plan diamétral.

En conséquence, nous avons modifié la forme de la rainure de telle sorte que le métal épouse la forme de la cartouche.

Dans notre Rapport sur les travaux de 1952, nous avons montré, par des essais comparatifs effectués avec une gaine au chlorure sodique pulvérulent, dans quelle mesure ce mode de réalisation de la rainure influe le comportement de l'explosif, dans l'épreuve du tir d'argile.

Les recherches dont nous donnons ci-après le compte rendu, ont été effectuées dans des blocs d'acier doux de 3 m de longueur creusés de rainure de formes diverses, soit :

1) la rainure *normale* ouverte à 90° avec arrondi au rayon de 18 mm (fig. 1);

2) la rainure *latérale* identique à la précédente, mais creusée dans une arête du bloc (fig. 2).

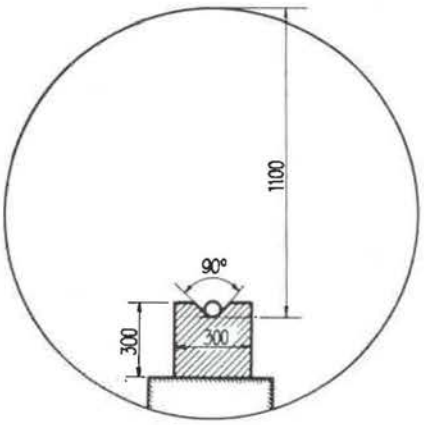


Fig. 1.

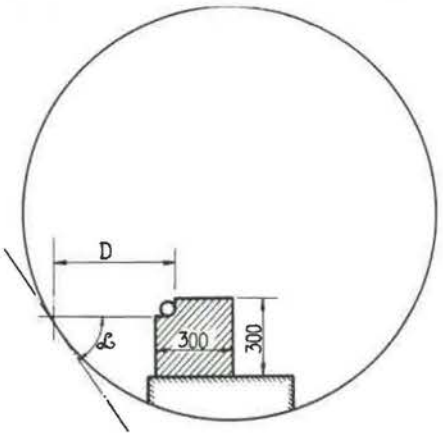


Fig. 2.

Au cours des essais, on a fait varier la distance (D), l'angle d'impact α restant constant (60°).

3) la rainure *hémicylindrique* au rayon de 18 mm (fig. 3).

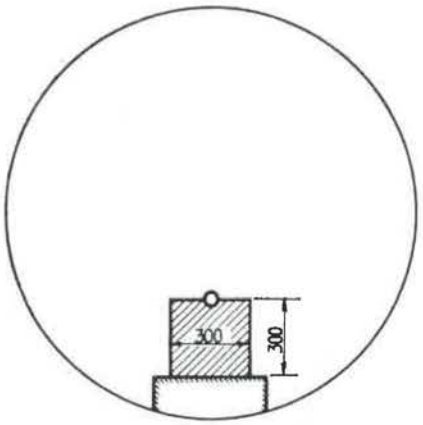


Fig. 3.

La rainure latérale rappelle sous une forme plus simple la disposition adoptée par la station de Derne (Allemagne) reproduite à la figure 2 de notre Rapport sur les travaux de 1952.

L'épreuve allemande diffère de la nôtre en ce que la charge est introduite dans une rainure avec congé réduit (5 mm environ) orientée parallèlement à une paroi plane et avec un angle d'impact que l'on peut faire varier à volonté.

Les explosifs essayés répondaient aux formules suivantes :

Explosifs S.G.P.

	Flamivore Vbis	Matagnite VII
Nitrate ammonique	59,45	57,50
Nitroglycérine	10,00	12,00
Nitrocoton	0,05	—
Dinitrotoluol	1,00	—
Farine de bois	6,50	7,50
Chlorure sodique	23,00	23,00

Sécurite à 35 % de nitroglycérine.

Nitrate ammonique	23,50
Nitroglycérine	35,00
Nitrocellulose	1,50
Chlorure sodique	40,00

Fractorite B (Explosif brisant)

Nitrate ammonique	70,00
Nitroglycérine	9,00
Nitrate de soude	5,00
Trinitrotoluène	10,00
Farine de bois	6,00

Sauf indication contraire, il s'agira de tirs en mélange grisouteux (8,5 à 9,5 % de méthane).

Les tirs en poussières seront mentionnés spécialement, ceux-là ont été effectués en présence de poussières à 30 % de matières volatiles et traversant le tamis à 6.400 mailles par cm².

Gaine semi-rigide.

Des gaines de ce genre sont utilisées par la Société d'Arendonck et par les Poudreries Réunies de Belgique.

Leurs compositions sont indiquées au tableau I.

On produit le durcissement de la première par une immersion de très courte durée des cartouches dans un bain d'eau; cette immersion est suivie d'un séchage à température modérée.

Dans la seconde, l'hydratation du ciment s'opère spontanément aux dépens du sulfate de soude.

Toutes deux sont utilisées couramment, la première à raison de 130 g par cartouche, pour le Flamivore, la seconde à raison de 140 g par cartouche pour la Matagnite VII.

Dans ces conditions, 1500 g de ces explosifs n'allument en rainure normale ni le grisou, ni les poussières.

Malgré le poids important de matière gainante, la charge limite (c'est-à-dire le poids le plus élevé, à 100 g près, qui ne produit pas l'inflammation) est influencée par la présence d'une paroi au voisinage de la charge; c'est le cas pour le tir en rainure latérale (voir disposition figure 2).

Voici les résultats obtenus pour diverses distances D.

D = 40 cm	charge limite	300 g
D = 50 cm	id.	500 g
D = 60 cm	id.	au moins 1500 g.

(Rappelons que 1500 g est le poids maximum pouvant être introduit dans la rainure).

Lorsque les poids de gaine sont inférieurs de 20 g environ à ceux indiqués ci-avant, on enregistre un affaissement considérable de la charge limite.

C'est ainsi que la Matagnite VII pourvue d'une gaine ternaire de 120 g allume déjà le grisou en rainure normale dès la charge de 300 g.

Gaine rigide au chlorure sodique.

Cette gaine inventée par les Poudreries réunies de Belgique est faite d'anneaux de chlorure sodique aggloméré à la presse; ces anneaux présentent les dimensions suivantes :

longueur	25 mm
diamètre intérieur	26 mm
diamètre extérieur	36 mm.

Ces anneaux superposés forment un cylindre dans lequel la matière explosive est introduite directement sans interposition de papier.

L'ensemble est entouré de papier comme une cartouche ordinaire.

TABLEAU I.

	Société d'Arendonck	Poudreries Réunies
Bicarbonate de soude	90	90
Ciment	10	5
Sulfate de soude hydraté	—	5

Cette réalisation présente des avantages appréciables;

1) la gaine reste intacte au cours du transport et des manipulations;

2) il est impossible d'utiliser l'explosif sans sa gaine de sûreté;

3) le taux de compression étant maintenu constant, le poids de gaine reste le même au cours d'une fabrication en grande série.

Par des essais comparatifs au bloc rainuré, il a été reconnu que le paraffinage du papier extérieur est sans influence sur le comportement de l'explosif.

En plus de l'enveloppe paraffinée qui protège le chlorure sodique contre l'action de l'humidité, les anneaux subissent un traitement spécial empêchant la migration de certains constituants de l'explosif.

La gaine rigide a été appliquée par les Poudreries Réunies à divers explosifs de leur fabrication; ceux-ci ont donné aux essais les résultats du tableau II.

TABLEAU II.

Explosif et poids de gaine		Charge limite (g) en rainure		
		normale	latérale	hémicylindrique
Matagnite VII	170 g	1500 g	pour D = 40 cm 400 g pour D = 60 cm 1500 g	900 g
	190 g	1500 g		1000 g
Sécurité à 35 % de nitroglycérine	68 g	< 100		
	125 g	200		
	140 g	1500		
Fractorite B	160 g	1500		

Les essais de la Sécurite montrent dans quelle mesure la charge limite s'accroît avec le poids de gaine.

En rainure latérale, la charge limite de la Matagnite VII s'élève de 400 à 1500 grammes quand la distance entre la charge et la paroi de la galerie est augmentée de 20 cm.

Enfin le tir en rainure hémicylindrique conduit à une charge limite inférieure à celle observée en rainure normale.

Plusieurs explosifs brisants de composition assez voisine de celle de la Fractorite B ont été essayés également avec la gaine au chlorure sodique sans donner des résultats ni constants, ni satisfaisants.

La fractorite B n'est pas encore agréée. Les résultats qu'elle a donnés au bloc rainuré montrent cependant qu'il n'est pas impossible de réaliser des brisants ayant des charges limites élevées à l'épreuve du tir d'angle.

2. — EXPLOSIFS DE HAUTE SECURITE

Ces explosifs renferment un pourcentage élevé de matières inertes et peuvent de ce fait être utilisés sans gaine de sûreté.

Trois formules de ce genre ont été expérimentées; leurs compositions figurent au tableau ci-après.

	I	VI	III
Nitrate ammonique	—	15	—
Nitroglycérine	15	17	18
Nitrate potassique	—	—	10
Nitrate sodique	—	10	—
Bicarbonate sodique	82	—	34.3
Farine de bois	—	5	—
Chlorure sodique	—	32	34.3
Laine de laitier	—	20	2.4
Guhr	2	1	1.0
Talc	1	—	—

Les cartouches avaient 30 mm de diamètre et pesaient 125 grammes.

La formule I est celle dont les charges limites sont les plus élevées.

3000 grammes, poids maximum pouvant être introduit dans la rainure n'allument pas le grisou :

en rainure normale,

en rainure latérale placée à 40 cm de la paroi de la galerie;

en rainure hémicylindrique.

Les charges limites de la formule VI sont :

1) en rainure normale 600 g,
(il y a inflammation par 725 g);
2) en rainure latérale pour 40 cm, 125 g,
(il y a inflammation par 250 g);
3) en rainure hémicylindrique 125 g.

La formule VIII a allumé en rainure latérale (D = 40 cm) à 1250 g (pas inflammation par 1125 g).

3. — EPREUVES D'AGREATION

Les recherches dont nous venons de donner un aperçu, permettent d'envisager l'utilisation de trois types d'explosifs :

a) les explosifs genre « S.G.P. » renfermant 15 à 23 % de chlorure sodique;
b) les explosifs brisants ne renfermant que des éléments actifs;
c) les explosifs de haute sécurité, à teneur élevée en matière inhibitrice (80 % au moins).

Ceux des types a et b doivent être utilisés avec la gaine, ceux du type c peuvent être utilisés sans gaine.

Tous seront soumis à des épreuves d'agréation en présence du grisou et des poussières charbonneuses : tirs au mortier et tirs au bloc rainuré.

A propos des tirs au bloc d'acier, la question s'est posée de savoir quelle serait la forme de la rainure.

La rainure hémicylindrique reproduit un incident que nous avons observé dans nos galeries au rocher; de plus, elle conduit à des charges limites inférieures à celles observées avec la rainure ouverte à 90°.

Celle-ci par contre résiste mieux à l'action érosive des charges, elle se déforme moins à l'usage et donne par là même des résultats plus constants que la rainure hémicylindrique.

En fait, la rainure ouverte à 90° avec congé de 18 mm suffit pour la vérification de la gaine de sûreté.

Nous avons constaté en effet que l'inflammation du grisou par des charges tirées dans des angles au rocher nécessitait des poids d'explosif bien supérieurs aux charges-limites observées au bloc rainuré.

Nous avons donc fixé comme suit les conditions auxquelles devront satisfaire les trois types d'explosifs.

Tirs au mortier. Sans bourrage et avec l'amorçage antérieur, les explosifs S.G.P. sans gaine et les explosifs brisants avec gaine n'allumeront pas à la charge de 1000 grammes.

Tirs en rainure normale (rainure ouverte à 90° avec congé de 18 mm tournée vers le haut).

Les explosifs S.G.P. gainés et les explosifs brisants gainés n'allumeront pas à la charge de 1500 grammes.

Tir en rainure latérale (rainure ouverte à 90° avec congé de 18 mm).

Les explosifs de haute sécurité n'allumeront pas à la charge de 1500 g, la distance de la rainure à la paroi de la galerie étant de 40 cm.

4. — ESSAIS DIVERS

Agréation de deux explosifs S.G.P. gainés. Ces deux explosifs sont la Nitroboncellite et la Sabulite antigrisouteuse B IV.

Le premier est en fait la Nitrocooppalite agréée (à 10 % de nitroglycérine et 23 % de chlorure sodique), mais pourvue d'une gaine au chlorure sodique.

Le second présente la composition suivante :

Nitrate ammonique	65.2
Perchlorate de potasse	0.3
Trinitrotoluène	14.0
Trinitronaphtaline	2.0
Farine de bois	1.5
Chlorure sodique	17.0

La gaine pesant 150 g est faite de bicarbonate et de chlorure de soude en parties égales.

Ces explosifs gainés ont été soumis à l'épreuve du tir d'angle. En rainure normale et à la charge de 1500 g, ils n'ont allumé ni le grisou, ni les poussières charbonneuses.

Etude d'une cheddite gainée. Cet explosif fabriqué par les Poudreries Réunies de Belgique était destiné aux mines du Congo belge; il devait être de sûreté vis-à-vis des poussières d'un charbon à 31,6 % de matières volatiles et 25,9 % de cendres.

Malgré la teneur élevée en cendres, ces poussières, pourvu qu'elles soient suffisamment fines (76,4 % traversant le tamis de 6400 mailles), sont inflammables. En mélange avec 40 % de craie fine, elles donnent une flamme de 7,50 m de longueur lorsqu'elles sont mises en suspension devant un mortier d'acier dans lequel détonent 3 cartouches de dynamite n° III (sans bourrage, amorçage antérieur).

Avec 50 % de craie, il n'y a plus inflammation.

Les poussières amenées au degré de finesse indiqué précédemment ont été utilisées pour l'essai de l'explosif.

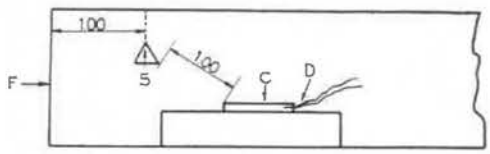


Fig. 4.

Plusieurs formules pourvues de gaines de genres divers ont été expérimentées au bloc rainuré sans donner de résultats satisfaisants; certaines ont allumé les poussières à la charge de 600 g (tirs au bloc rainuré).

La dernière formule, à laquelle le fabricant s'est arrêté et dont la sécurité a été reconnue suffisante, avait une gaine ternaire de 5 mm d'épaisseur pesant 80 g (pour 100 g d'explosif).

L'efficacité de la gaine a été vérifiée par des tirs au bloc rainuré (rainure normale) et des tirs au mortier de 40 mm.

Pour les premiers, la disposition de la galerie était celle représentée à la figure 4.

Les poussières (1,5 kg) se trouvaient dans un sac de papier S renfermant en outre une cartouche d'explosif S.G.P. non gainée amorcée d'un détonateur instantané. Le sac était suspendu à 1 mètre du fond de la galerie et à la même distance de l'extrémité de la charge C de Cheddite gainée, amorcée d'un détonateur D à temps 2 (détonateur à long retard).

Pour les tirs au mortier, le sac de poussières était suspendu encore à 1 m du fond et la charge était placée à 5 cm de l'orifice du mortier.

Comme pour les expériences précédentes, le sac explosait 1 seconde avant la charge.

Il n'y a pas eu inflammation par 12 cartouches, ni au bloc rainuré, ni au mortier avec les deux modes d'amorçage antérieur et postérieur.

Il est intéressant de rapprocher de ces résultats, ceux obtenus avec un charbon du Levant de Flénu, de teneur à peu près égale en matières volatiles, mais renfermant moins de cendres et passant entièrement le tamis à 6400 mailles.

Nous avons eu alors :

Tirs d'angle : 4 cartouches : pas inflammation,
5 et 6 cartouches : inflammation.

Tirs au mortier de 40 mm : 5 cartouches avec amorçage antérieur : inflammation.

Inflammabilité des poussières charbonneuses.

Ces poussières prélevées dans des voies de chantier d'un charbonnage du Borinage présentaient les caractères suivants :

	Granulométrie passant le tamis de 6400 mailles.	Matières volatiles	Cendres
1	73,7	23,0	28,2
2	48,0	21,2	43,2

Les essais ont été effectués de la manière suivante : Les poussières se trouvaient dans deux sacs de papier (1,5 kg par sac), suspendus à 1,50 m et à 5,00 m de la bouche du mortier, dans lequel se trouvait une charge de trois cartouches de dynamite-gomme.

Les sacs renfermaient chacun une cartouche d'explosif S.G.P. qui explosait une seconde avant la charge au mortier.

Les deux échantillons ont donné, dans ces conditions, des flammes s'étendant sur une vingtaine de mètres.

Nous avons estimé que ces poussières devaient être neutralisées.

Essais d'un cordeau détonant. Ce cordeau du type souple, de provenance étrangère, étant parfois utilisé dans les puits en fonçage, nous avons jugé intéressant d'examiner quelle serait son action sur une atmosphère grisouteuse.

La vitesse de détonation est de 6550 mètres/seconde.

Le cordeau pourvu ou non de cordeaux secondaires a été tiré suspendu dans la galerie expérimentale renfermant un mélange grisouteux à 8,5 — 9,5 % de méthane. Pour chaque essai, le détonateur d'amorçage (origine du cordeau) se trouvait à l'extérieur de la galerie; l'inflammation, si elle se produisait, ne pouvait ainsi être imputée qu'au cordeau lui-même.

1) Un cordeau simple (sans cordeau secondaire) est suspendu dans la galerie; on fait varier la longueur déployée dans le grisou.

a) l'extrémité libre (ou bout terminal) se trouve dans le grisou.
Il n'y a pas inflammation par 5 m de cordeau, mais bien par 10 m;

b) l'extrémité libre se trouve à l'extérieur de la galerie.
Il n'y a pas inflammation par 10 m, mais bien par 20 m de cordeau.

2) Le cordeau porte maintenant fixées par des ficelles des dérivations ou bouts de cordeau dont les bouts terminaux se trouvent dans le grisou.

a) avec 4 dérivations, le bout terminal du cordeau principal de 5 m se trouvant dans le grisou, il n'y a pas inflammation;

b) avec 8 dérivations, les deux extrémités du cordeau principal de 10 m se trouvant en dehors du grisou, il y a inflammation;

c) avec 6 dérivations, toutes autres conditions restant les mêmes que celles de l'essais précédent, il n'y a pas inflammation.

Comme on le voit, le phénomène de l'inflammation est extrêmement complexe; celle-ci dépend en effet de la longueur totale du cordeau et du nombre de bouts terminaux se trouvant dans le grisou.

Dans un tir réel, toutes les extrémités des cordeaux sont coiffées de détonateurs lesquels, à l'exception du détonateur d'amorçage, se trouvent dans des charges et par conséquent isolés de l'atmosphère ambiante.

Mais même lorsque toutes les extrémités indistinctement sont en dehors du grisou, une longueur totale de cordeau comprise entre 10 et 20 m suffit pour qu'il y ait inflammation. (Cas de l'expérience 1 b).

5. — TIR A TEMPS AU ROCHER

Nous avons poursuivi notre étude du tir à temps au rocher avec les détonateurs à court retard de la D.A.G.

a) Tirs en grisou.

158 tirs ont été effectués en présence du grisou chacun d'eux comportant, soit deux mines pour les coups de bosseyement, soit quatre mines pour les coups de bouchon.

Nous avons utilisé de l'explosif brisant (Sabulite 00 ou Dynamite n° III) avec les divers modes d'amorçage (antérieur, inverse, postérieur).

Le relevé des tirs, ainsi que les constatations auxquelles ils ont donné lieu, font l'objet du tableau III.

Le décalage des explosions dans le temps y est noté par l'écart entre les numéros des détonateurs.

Les tirs de bosseyement sont réunis dans le tableau IV.

Ces essais confirment les conclusions tirées de ceux effectués antérieurement :

Il n'y a pas inflammation par amputation des charges, lorsque l'écart entre les explosions est au maximum :

— de 3, soit en moyenne 105 millisecondes pour les tirs en schiste;
— de 2, soit en moyenne 70 millisecondes pour les tirs en grès.

b) Photographie des tirs.

Pour saisir le mécanisme de l'amputation, nous avons photographié le tir de charges amorcées de détonateurs à court retard, à temps d'explosion différés.

Nous avons d'abord effectué 48 tirs en l'absence de grisou; un appareil photographique se trouvait, objectif ouvert, à 4,30 m du front.

Les deux fourneaux étaient chargés de Dynamite n° III, avec amorçage antérieur et bourrage de 30 à 40 cm d'argile.

L'écart entre les départs des charges a été de :

4 pour 30 tirs
5 pour 14 tirs
6 pour 3 tirs
7 pour 1 tir.

TABLEAU III.

Explosif	Amorçage	Ecart entre les explosions	Nombre de tirs	Nombre de amputations	Nombre de inflammations
		Tirs de bosseyement en schiste			
Sabulite	inverse	3	6	4	—
id.	id.	4	14	9	I par la cartouche amorce
id.	id.	5	8	4	I par le détonateur
Dynamite	inverse	2	3	—	—
id.	id.	3	27	13	—
id.	id.	4	8	2	—
id.	postérieur	3	15	3	—
id.	id.	4	9	2	—
		Tirs de bosseyement en grès			
Sabulite	inverse	3	1	—	—
Dynamite	id.	2	5	2	—
id.	id.	3	9	5	I par la cartouche amorce
id.	postérieur	2	29	3	—
id.	id.	3	10	2	I par la charge complète
		Tirs de bouchon en schiste			
Sabulite	inverse	3	1	—	—
id.	id.	4	2	2	—
Dynamite	antérieur	3	1	—	—
id.	id.	4	2	—	—
id.	inverse	2	1	—	—
id.	id.	3	3	—	—
id.	id.	4	2	—	—
id.	postérieur	3	2	—	—

TABLEAU IV.

Nature du terrain	Ecart entre les explosions	Nombre de tirs	Nombre de amputations	Nombre de inflammations
schiste	2	3	—	—
id.	3	48	20	—
id.	4	31	13	1
id.	5	8	4	1
grès	2	34	5	—
id.	3	20	7	2

Voici en résumé ce que nous avons observé.

Aucun des tirs effectués dans le schiste n'a donné de flamme sur le cliché.

Pour les trous forés dans le grès, il n'y a enregistrement de la flamme que s'il y a amputation de la seconde charge; mais toute amputation ne donne pas lieu nécessairement à une flamme enregistrable.

Ceci est à rapprocher des résultats des tirs en grisou; il n'y a inflammation que s'il y a amputation, mais l'amputation ne cause pas toujours l'inflammation.

Les photos 17, 18, 47, 48 reproduites ci-après sont relatives aux tirs 1259 et 1274.

Lors du premier tir, la charge amputée a explosé à une certaine distance de sa position initiale.

Dans les deux cas, les pierres projetées sont éclairées par la charge de la mine amputée.

Quelques tirs ont été exécutés ensuite en présence du grisou avec un explosif brisant allemand, l'Ammon Gelit 2.

Les photos 127, 128, 129 et 130 ont été prises dans ces conditions (tirs 1332 et 1333).

Sur les photos avant tir (127 et 129), les trous sont repérés par des cercles de couleur blanche.

Les amputations donnent lieu à des flammes analogues à celles enregistrées lors des tirs précédents.

Il est remarquable que des flammes aussi développées n'aient pas allumé le grisou.

Photo 17

Photo 18

Tir 1259 — Photos 17-18.

La photo 17 représente le front avant le tir; les deux fourneaux distants de 50 cm sont forés dans le grès; ils sont entourés d'un cercle de couleur blanche.

Les charges sont :

— Fourneau de gauche 4 cartouches détonateur n° 4.
— Fourneau de droite 3 cartouches détonateur n° 9.

Le tir est représenté à la photo 18. Les deux fourneaux sont repérés par les flammes de deux détonateurs instantanés introduits dans le circuit d'allumage et explosant avant les charges.

Le fourneau de droite est amputé; seule la cartouche amorce explose dans les pierres à 50 cm de sa position initiale.

Photo 47.

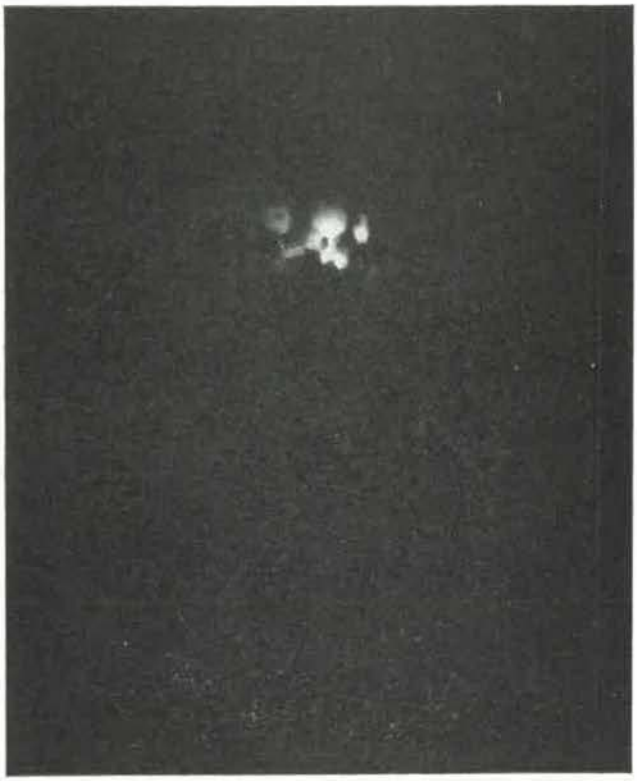


Photo 48.

Tir 1274 — Photos 47-48.

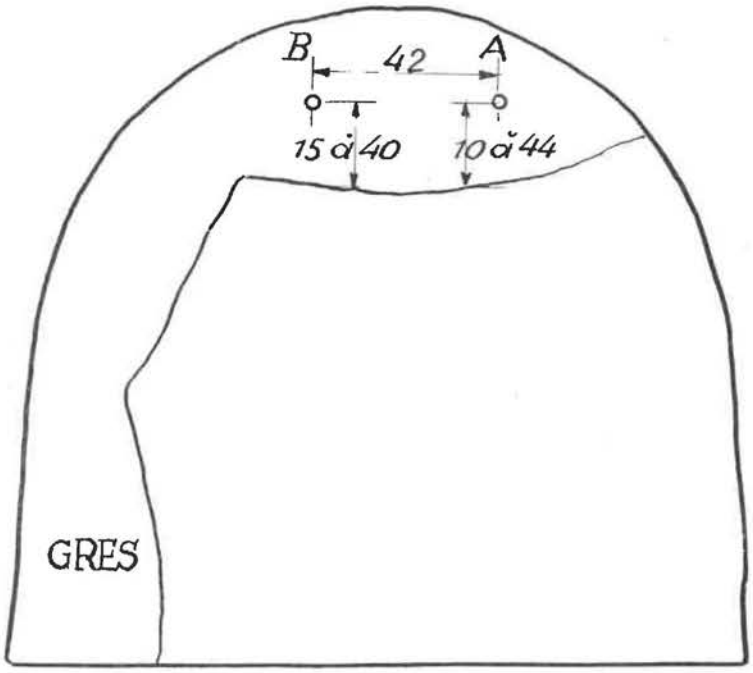
Photo 47. Deux fourneaux distants de 50 cm en grès chargés de 3 cartouches. Le fourneau inférieur est pourvu d'un détonateur n° 3 et le fourneau supérieur d'un détonateur n° 7.

Photo 48. Le fourneau supérieur a été amputé; la charge explose dans les pierres à l'emplacement du fourneau.

Une cartouche a été retrouvée dans les déblais.

Photo 127.

Photo 128.



Tir 1332 — Photos 127 et 128.

La photo 127 et le croquis représentent le front avant le tir.
Les fourneaux profonds de 85-90 cm sont chargés de 4 cartouches d'Ammon-Gelit 2.
Amorçage antérieur — Bourrage d'argile 36 cm.
Détonateurs court retard : n° 2 pour le fourneau A; n° 8 pour le fourneau B.
Teneur en méthane 9,5 % — Pas inflammation.

Le fourneau B a été amputé; seule la cartouche amorce a explosé.
Photo 128. La flamme se trouve en dessous et à gauche du fourneau B.

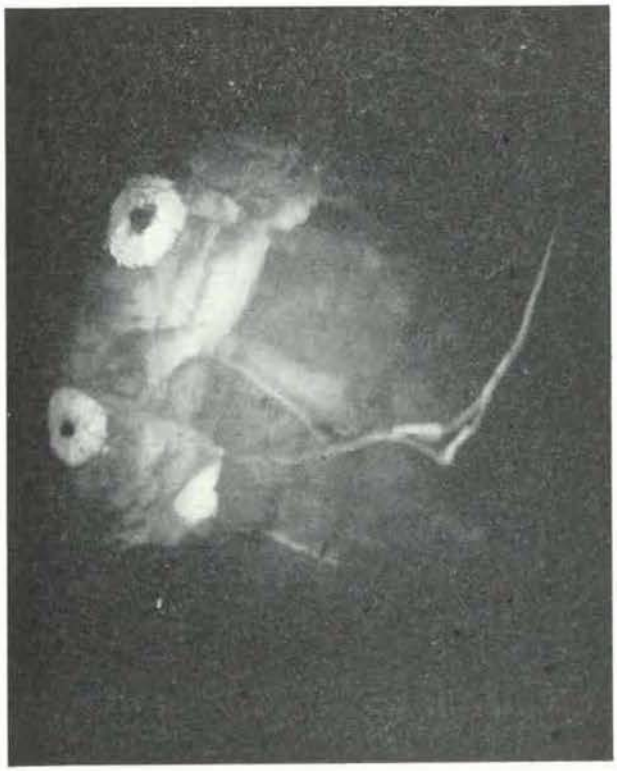
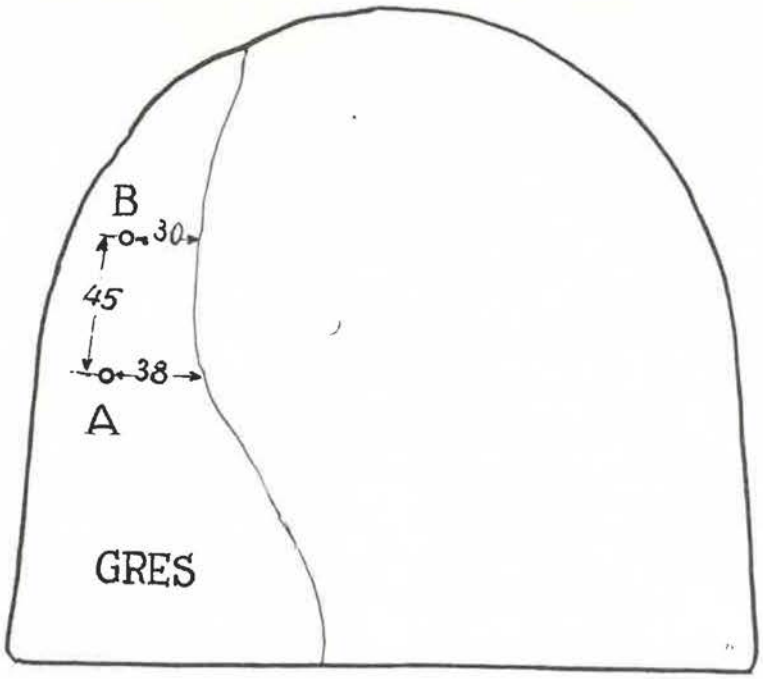


Photo 129.

Photo 130.



Tir 1333 — Photos 129 et 130.

La photo 129 et le croquis représentent le front avant le tir.
Les fourneaux profonds de 85 et 95 cm sont chargés de 4 cartouches d'Ammon-Gelit.
Amorçage antérieur — bourrage d'argile 38 cm.
Détonateurs court retard : n° 0 pour le fourneau A; n° 8 pour le fourneau B.
Teneur en méthane 10 % — Pas inflammation.

Le fourneau B a été amputé.
Photo 130. La flamme se trouve en dessous et à droite du fourneau B.

II. — DETONATEURS ET EXPLOSEURS

Détonateurs à court retard.

Deux types ont été soumis aux essais de régularité par la méthode photographique.

a) Détonateurs de la D.A.G. dont la gamme complète comporte 19 étages numérotés 0, 1, ... 18 avec un écart moyen entre les départs de 32,4 millisecondes.

b) Détonateurs I.C.I. à 9 étages numérotés 0, 1, ... 8 avec un écart moyen de 31,5 millisecondes.

Ces deux fabrications ont été agréées par la Direction générale des Mines.

Exploseurs.

Pour supprimer le risque d'inflammation par étincelles jaillissant dans le circuit de tir postérieurement à l'explosion des charges, la Station de Liévin a proposé jadis de limiter à 30 millisecondes la durée du débit des exploseurs.

A l'aide de relais inscripteurs insérés dans la ligne, Taffanel et ses collaborateurs avaient constaté en effet que des contacts pouvaient se produire entre les conducteurs à partir de 30 millisecondes après le départ du détonateur.

Nous avons jugé utile de reprendre cette étude en utilisant un oscillographe.

Des enregistrements effectués lors de tirs au Bois de Colfontaine, il ressort que des rétablissements du courant d'allumage peuvent se produire dans des délais plus courts que ceux observés par les expérimentateurs de Liévin, soit de 3,2 à 34 millisecondes après l'interruption du courant d'allumage.

Nous avons enregistré notamment des rétablissements causés dans des délais de 4 et 20 ms, par le sectionnement de la ligne et des fils du détonateur, contre les cadres de soutènement (cadres métalliques).

Dans les deux cas, la ligne était faite de fils isolés suspendus au soutènement. Dans le premier cas, les fils se trouvaient à 20 cm l'un de l'autre et les connexions terminales étaient couvertes de toile isolante. Dans le second cas, la distance entre les fils était de 1 m mais les connexions terminales n'étaient pas isolées.

On pourrait donc améliorer encore la sécurité du tir en réduisant la durée du passage du courant dans la mesure permise par la sensibilité des amorces au courant d'allumage.

Or, les essais que nous avons effectués jusqu'ici sur les détonateurs utilisés en Belgique montrent que cette durée peut être abaissée à 4 millisecondes sans qu'il en résulte cependant des ratés d'allumage.

Cette limitation est réalisée dans trois exploseurs Schaffler qui nous ont été présentés par les Poudreries Réunies de Belgique : le type D.K.M.S.K. à commande manuelle, les types A.B.F.G.S.K. et A.B.F.A.S.K. à commande par ressort.

Ces machines comportent une génératrice à courant continu à excitation compound, à collecteur et balais.

Toutes trois ont été agréées par la Direction générale des Mines.

III. — ETUDES DIVERSES

Grisoumètre Ringrose.

Les parties essentielles de cet appareil sont :

1) une chambre poreuse dans laquelle l'air grisouteux pénètre par diffusion et brûle au contact d'un filament incandescent.

2) une capsule en métal léger élastique dont l'intérieur est en communication avec la précédente.

La dépression résultant de la combustion du méthane contracte la capsule et, par un système de contacts, ferme le circuit d'alimentation d'une ampoule électrique d'alarme.

Le tout est monté sur une lampe électrique portative à accumulateur (2 volts).

Il nous a été demandé de régler l'appareil de telle sorte que l'allumage et l'extinction se produisent pour 1 % de méthane.

Nous n'avons pu réaliser un réglage aussi précis à cause de la course absolument trop réduite des contacts.

Lorsque l'ampoule s'allumait pour 1,14 % de méthane, il fallait pour produire l'extinction réduire la teneur à 0,5 %.

Grisoumètre Riken du Professeur Tuzy.

Cet appareil est en fait un interferomètre. Le rayon lumineux fourni par une ampoule alimentée par une pile de poche, se dédouble à la traversée d'un prisme. Des deux rayons réfractés, l'un traverse une chambre renfermant de l'air pur, l'autre une chambre dans laquelle l'air grisouteux est introduit par une poire en caoutchouc.

Ayant parcouru des chemins optiques différents, les deux rayons se recombinent en formant des franges d'interférence dont le déplacement est proportionnel à la teneur en méthane. Cet appareil a été expérimenté en laboratoire, dans une cuve à grisou et dans un chantier grisouteux.

Cet appareil est précis et d'un emploi très commode.

Appareil Dräger type 170/400.

Cet appareil est réalisé d'après les mêmes principes que ceux à circuit fermé de la même firme; il comporte donc comme parties essentielles : une bonbonne à oxygène avec détendeur et soupape automatique, une cartouche absorbante, un sac respiratoire et des tuyaux de caoutchouc pour arrivée de l'air régénéré à la bouche du porteur et pour évacuation de l'air expiré.

L'apport normal d'oxygène est réglé uniquement par les mouvements du sac respiratoire (il n'y a donc plus comme antérieurement, une arrivée constante d'oxygène).

Le perfectionnement le plus important est la pompe de purge à membrane actionnée par la pression variable d'oxygène qui règne en aval du débit automatique. Cette pompe aspire une fraction de l'air du circuit respiratoire et l'expulse à l'extérieur empêchant ainsi un accroissement dangereux de la teneur en azote. La bonbonne a une capacité de 2 litres et peut recevoir de l'oxygène à la pression de 200 atm, soit une provision de 400 litres environ.

Le poids de l'appareil en ordre de marche est de 19,2 kg.

Suivant le constructeur, les essais de durée dans le fond ont pu être poussés jusqu'à 5 à 7 heures de travail et jusqu'à 18 heures de plein repos.

Nous avons vérifié le fonctionnement de l'appareil en le faisant porter par des sauveteurs de la Station de Sauvetage de Frameries qui ont effectué ainsi les exercices habituels d'entraînement : marche en terrain plat, montées et descentes d'un plan incliné, d'une échelle verticale.

Au cours des essais, nous avons prélevé pour analyse des échantillons de l'air régénéré; nous avons mesuré la température et la dépression régnant dans le tuyau d'amenée d'air au porteur. Enfin, par des pesées de la bonbonne, nous avons établi la consommation d'oxygène.

Nous avons fait quatre essais qui ont duré respectivement : 1 h. 30, 2 h. 33, 4 h. 38, 4 h. 34.

Sauf pour le premier essai (un sauveteur) l'appareil a été porté successivement par deux sauveteurs.

Voici en résumé les résultats des mesures effectuées :

— Teneur maximum en anhydride carbonique 0,11 %.
— Teneurs en oxygène et en azote, respectivement supérieure et inférieure à celle de l'air pur.
— Ecart entre les températures de l'air inspiré et de l'atmosphère ambiante : 14° maximum (après un exercice violent).
— Dépression maximum dans le tuyau d'inspiration 18 mm d'eau.
— Consommation d'oxygène : 1,2 litre par minute. (Les appareils anciens consomment 2 litres par minute).

L'appareil a été agréé par la Direction générale des Mines.

IV. — RECHERCHES DEMANDEES PAR L'ADMINISTRATION DES MINES

Ces recherches ont généralement pour objet les accidents; leur but est d'éclairer l'Administration des Mines dans la détermination des causes de ces accidents et dans l'établissement des mesures propres à en éviter le retour.

Nous avons été amenés ainsi à examiner des appareils électriques des lampes portatives (à flamme et électriques) des échantillons de poussières, des turbos ventilateurs.

Parmi ces recherches, la plus importante se rapportait à la sécurité des locomotives Diesel; nous donnons ci-après en un paragraphe distinct le compte rendu des essais effectués sur une machine de ce genre.

Recherches sur une locomotive Diesel. Dans notre Rapport sur les travaux de 1952 nous avons relaté les résultats négatifs enregistrés avec une locomotive de 30 H.P., à deux cylindres, fonctionnant en atmosphère grisouteuse et dont on avait, par des artifices divers, facilité l'explosion des joints de culasse.

Nous avons repris ces expériences sur une machine à 4 cylindres de 60 H.P., tournant à 1200 tours/minute.

Comme précédemment, nous avons, avant chaque essai, pratiqué des amorces de rupture dans les joints constitués par deux feuilles d'amiante alternant avec trois feuilles métalliques (deux de cuivre et une de fer).

Ces amorces se trouvaient aux côtés se faisant face des cylindres n° 1 et 2 ou n° 2 et 3 (à noter que les cylindres étaient pourvus de culasses distinctes de forme carrée).

De plus, lorsque le moteur avait atteint sa température de régime, on desserrait légèrement les boulons des culasses et, pour faciliter l'arrivée du mélange inflammable sur les joints avariés, on enlevait le couvercle qui, en service normal, cachait les leviers culbuteurs commandant les soupapes.

Après quelques minutes de fonctionnement en atmosphère grisouteuse (3 à 15 minutes), un ou deux joints explosaient à l'endroit des amorces de rupture et sur 4 à 5 mm de la périphérie.

Quatre essais ont donné lieu à cet incident et le moteur a pu fonctionner avec des joints avariés pendant 2 h. 30 sans allumer le grisou. Lors d'un cinquième essai, la destruction du joint s'est produite sur 5 mm au cylindre n° 2 après 24 minutes de fonctionnement et l'explosion du grisou a suivi à trente secondes d'intervalle.

Tous ces essais montrent dans l'ensemble que la sécurité de fonctionnement d'une locomotive Diesel ne peut être mise en péril que moyennant une négligence extrêmement grave dans l'assemblage des culasses.

Nous avons fait également des essais sur l'inflammabilité des vapeurs de gaz-oil.

Enfin, nous avons sollicité la collaboration du Laboratoire de Mécanique de l'Université de Louvain (Professeur Coppens) pour déterminer la pression d'explosion se produisant dans un moteur Diesel alimenté en air grisouteux.

Voici les résultats des mesures effectuées à l'aide d'un quartz piézo-électrique placé sur le cylindre.

Teneur en méthane de l'air aspiré	Pression d'explosion en kg/cm²
0 %	82
1,9 %	92
3,6 %	102
4,4 %	108
6,0 %	116
9,5 %	123
10,75 %	114

V. — RECHERCHES DEMANDEES PAR LES CHARBONNAGES ET PAR LES CONSTRUCTEURS

1) Epreuve de résistance au choc et à l'échauffement de verres pour lampes à flamme prélevés dans les charbonnages.
2) Epreuve de résistance au choc sur des verres pour lampes au casque.
3) Epreuve en atmosphère grisouteuse de lampes à benzine venant d'un charbonnage.
4) Mesure de l'intensité et de la durée de débit d'exploseurs venant de charbonnages.
5) Etude d'un liquide isolant destiné à remplacer l'huile dans les transformateurs. Ce liquide soumis à l'arc électrique donne un mélange gazeux non inflammable.
6) Essais d'un bronze destiné à la construction d'un ventilateur souterrain.
7) Essais de deux empilages pour les installations de dégazage raccordées à des chaufferies.

Ces empilages sont constitués par des lamelles de 50 mm de largeur écartées de :

0,3 à 0,5 mm pour l'un
0,5 à 0,6 mm pour l'autre.

Nous les avons d'abord éprouvés sur une canalisation en tuyaux de fonte de 23 cm de diamètre et de 9 m environ de longueur, dont l'une des extrémités était fermée par une plaque portant une bougie d'allumage.

Les empilages placés à 6 m du point d'allumage ont résisté au choc de l'explosion et empêché la propagation de la flamme vers l'aval.

Cependant, lorsque le mélange en combustion est étranglé par un diaphragme (tôle percée d'une ouverture circulaire de 60 ou 80 mm de diamètre), il se produit une surpression capable de déformer les lamelles.

De cette constatation, on doit conclure, semble-t-il, qu'il est contre-indiqué de placer une vanne d'arrêt entre l'empilage et le point présumé d'inflammation, c'est-à-dire en l'occurrence, entre la chaufferie et l'empilage.

Nous avons utilisé ensuite une canalisation en tôle d'acier soudée de 250 mm de diamètre et 120 m de longueur.

L'empilage de 0,3 — 0,5 mm placé à 84 m du point d'allumage n'a pas résisté à l'explosion (à noter qu'il n'y avait pas de diaphragme).

Nous avons placé ensuite l'empilage à 24 m du fond et allumé le mélange, soit au fond fermé, soit près de l'empilage.

Dans ces conditions, les deux empilages résistent à l'explosion et empêchent la propagation.

Avec un empilage réalisé par nos propres moyens, à l'écartement de 0,8 mm, nous avons sur 15 essais effectués avec l'allumage près du fond, enregistré une traversée.

L'empilage à 0,5 — 0,6 mm d'écartement convient donc pour protéger une installation de dégazage à condition d'être placé sans interposition de vanne près de la chaudière, soit à 20 m environ.

VI. — LUTTE CONTRE LES POUSSIERES (Hygiène)

Classement des chantiers. — Ce classement a donné lieu à l'examen de 3.360 échantillons d'air poussiéreux, soit 3.000 au densitomètre et 360 au conimètre.

Essais de masques antipoussières. — A la demande des Ministères du Travail et de l'Intérieur, nous avons examiné 11 masques antipoussières dont nous avons déterminé la capacité de rétention.

VII. — TRAVAUX DU LABORATOIRE DE CHIMIE

Le laboratoire de chimie a effectué les travaux suivants :

— Analyse d'échantillons d'air du fond pour détermination de l'oxyde de carbone (29), de l'anhydride carbonique (9), de l'hydrogène sulfuré (1).
— Détermination du taux de neutralisation de poussières du fond (80).
— Analyse de 5 échantillons de charbon.
— Analyse de 9 échantillons provenant de sondage.
— Détermination des points d'inflammation et de combustion de deux échantillons d'huile.

— Détermination de la teneur en méthane de 46 échantillons d'air du fond envoyés par les charbonnages.

— Détermination de la teneur en méthane de 3658 échantillons d'air grisouteux prélevés par l'Administration des Mines.

Au tableau V, nous donnons un relevé des analyses grisoumétriques effectuées pour les Services d'arrondissement au cours des trois derniers exercices.

Les échantillons (3658) analysés en 1953 font l'objet du tableau VI dans lequel ils sont répartis par catégorie, division et teneur en méthane.

TABLEAU V.

Nombre de prélèvements analysés

Division	1951	1952	1953
Borinage Centre	1017	927	2649
Charleroi Namur	438	347	631
Liège	153	185	269
Campine	81	29	109
	1689	1488	3658

TABLEAU VI.

Classement par catégorie, division et teneur en méthane.

Catégorie	Division	Répartition suivant la teneur en méthane.				
		0 à 0,5 %	0,5 à 1 %	1 à 2 %	+ 2 %	Totaux
1re	Borinage - Centre ...	160	23	50	23	256
	Charleroi - Namur ...	192	22	10	1	225
	Liège	88	23	6	1	118
	Campine	64	24	15	6	109
	Totaux :	504	92	81	31	708
2me	Borinage - Centre ...	111	81	180	190	562
	Charleroi - Namur ...	171	52	48	11	282
	Liège	101	29	13	8	151
	Campine	—	—	—	—	—
	Totaux :	383	162	241	209	995
3me	Borinage - Centre ...	180	270	485	896	1831
	Charleroi - Namur ...	55	31	34	4	124
	Liège	—	—	—	—	—
	Campine	—	—	—	—	—
	Totaux :	235	301	519	900	1955

VIII. — RENSEIGNEMENTS DIVERS

Propagande de la sécurité.

Vingt neuf visites éducatives réunissant au total 655 participants ont été organisées pour les élèves des Universités, des Ecoles Industrielles et pour les Membres des Conseils d'entreprises de plusieurs charbonnages.

Appareils électriques et autres agréés.

Au cours de l'exercice 1953, nous avons examiné pour agréation les appareils suivants :

Haveuses électriques	1
Moteurs électriques	14
Appareils électriques divers	16

Matériel d'éclairage électrique (par réseau) ...	10
Appareils électriques de signalisation	3
Ventilateurs électriques	6
Locomotive Diesel	1
Lampes électriques portatives	6
Cuirasse pour lampe à flamme	1
Exploseurs	3
Ohmmètre	1
Tuyaux de caoutchouc (antistatique)	2

L'étude de ce matériel a conduit à 62 décisions d'agréation.

Deux appareils : un coffret pour disjoncteur et une armature pour éclairage par tube fluorescent, ont été refusés pour résistance mécanique insuffisante révélée par l'épreuve en atmosphère grisouteuse.

Il a été procédé également à l'étude de modifications apportées à des appareils déjà agréés, étude qui a donné lieu à 52 avenants à des décisions d'agréation.

IX. — RECHERCHES SUR L'INFLAMMATION DES MELANGES DE METHANE ET D'OXYGENE (OU AIR)

1 Introduction.

Il a déjà été signalé dans les rapports antérieurs que l'inflammation spontanée des mélanges méthane-oxygène ou méthane-air provoquée par introduction rapide dans un récipient chaud ressort, suivant les conditions expérimentales (température, pression totale, composition du mélange), de deux processus bien distincts.

L'un d'eux observé uniquement à basse pression et pour les mélanges dont la teneur en oxygène est supérieure à 60 %, est dû à l'accumulation d'oxyde de carbone provenant de la combustion lente du méthane. Dans ce cas, l'inflammation ne se produit qu'après une période d'induction considérable (20 minutes à 2 heures) lorsque la presque totalité du méthane est brûlée en oxyde de carbone; il s'agit alors d'une inflammation de ce gaz.

L'autre processus est caractérisé par une période d'induction beaucoup plus courte, de l'ordre de quelques secondes. Il est observé à pression plus haute et l'inflammation se déclenche dans un milieu où le gaz combustible dominant est le méthane. Contrairement à ce que l'on observe dans le premier cas, l'oxydation lente précédant l'inflammation est ici assez rapide et la chaleur qu'elle dégage contribue à élever notablement la température des gaz pendant la période d'induction. De ce fait, la vitesse de réaction s'accélère de plus en plus et il arrive un moment où la chaleur dégagée devient supérieure à celle qui peut s'écouler par conduction thermique vers les parois; c'est alors que, vraisemblablement, se produit l'inflammation.

A ces deux modes d'inflammation, il faut en ajouter un troisième que nous venons d'observer tout récemment. Celui-ci est caractérisé par l'absence de période d'induction ou tout au moins par une période d'induction inférieure à celle que nous permet d'observer notre technique expérimentale, c'est-à-dire 1/5 de seconde. Il convient de rapprocher de cette constatation celle d'Audibert qui, dans des conditions expérimentales cependant très différentes des nôtres, signale également des inflammations se produisant sans période d'induction.

Bien que ce dernier mode d'inflammation ait déjà fait l'objet de nombreuses observations, les conditions exactes où il se produit n'ont pas encore été bien définies. Il ne pourrait donc être question d'en donner dès à présent une interprétation tant soit peu précise.

Dans ce qui suit, nous parlerons surtout du deuxième mode d'inflammation, ce dernier ayant fait l'objet principal des investigations entreprises cette année. Il sera montré que, malgré son apparente simplicité, l'inflammation est en réalité due ici à des causes plus complexes que la seule élévation de température, notamment à l'accumulation d'aldéhyde formique qui, à partir d'une certaine concentration, s'enflamme et entraîne avec lui l'inflammation de toute la masse. Cette constatation nous a amenés tout naturellement à étudier les caractères propres de l'inflammation du formaldéhyde et nous terminerons cette revue par un bref aperçu des résultats obtenus en cette matière.

2) Recherches sur le second mode d'inflammation du méthane.

L'interprétation par le processus thermique, que nous avons esquissée plus haut pour ce mode d'inflammation, serait satisfaisante si les combustions menées à pression un peu plus basse que la limite supérieure d'inflammation ne présentaient le curieux phénomène d'inhibition illustré par la figure 5, courbe (II).

On voit que la pression monte constamment et à partir d'un certain moment, avec une allure telle-

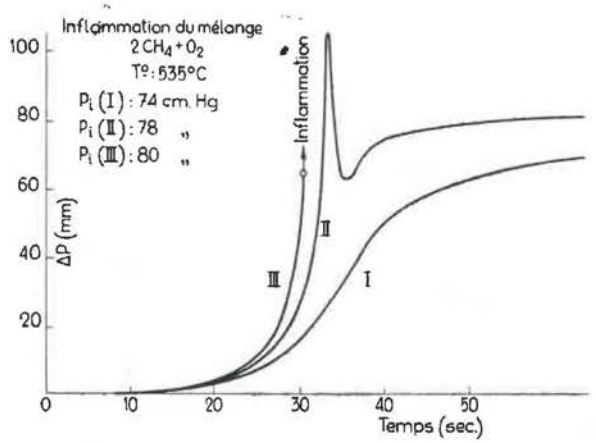


Fig. 5.

ment accélérée que, normalement le mélange devrait finir par s'enflammer. Au lieu de cela, l'accélération cesse brusquement au moment où elle atteint sa valeur la plus élevée. La réaction est stoppée et ne recommence que lorsque la pression atteint une valeur comparable à celle qu'elle avait avant la période d'accélération rapide. Il y a donc autre chose que des conditions purement thermiques à la base de l'inflammation.

Si la combustion est menée à une pression un peu plus grande que la limite supérieure d'inflammation, la nouvelle courbe (III) de pression se sépare de la précédente en un point situé avant la période d'accélération rapide. L'accélération n'est plus entravée et l'on aboutit finalement à une explosion.

Enfin, si la pression est nettement inférieure à la limite d'inflammation (I), la courbe de pression ne présente plus de maximum aigu, mais une partie légèrement arrondie.

Il nous a paru que la cause ultime de l'inflammation pourrait être trouvée si celle de l'oscillation de pression que nous venons de décrire était connue.

Comme il se forme de l'aldéhyde formique lors de l'oxydation lente et que ce composé a le pouvoir de catalyser la combustion, il était naturel de supposer que ce corps était à l'origine du phénomène étudié.

S'il en était ainsi, on devait pouvoir provoquer artificiellement des oscillations de pression en ajoutant en cours de réaction de petites quantités de formaldéhyde au mélange combustible.

On menait les combustions à une pression telle que normalement il ne se produisait pas d'oscillation, comme dans la courbe en trait plein

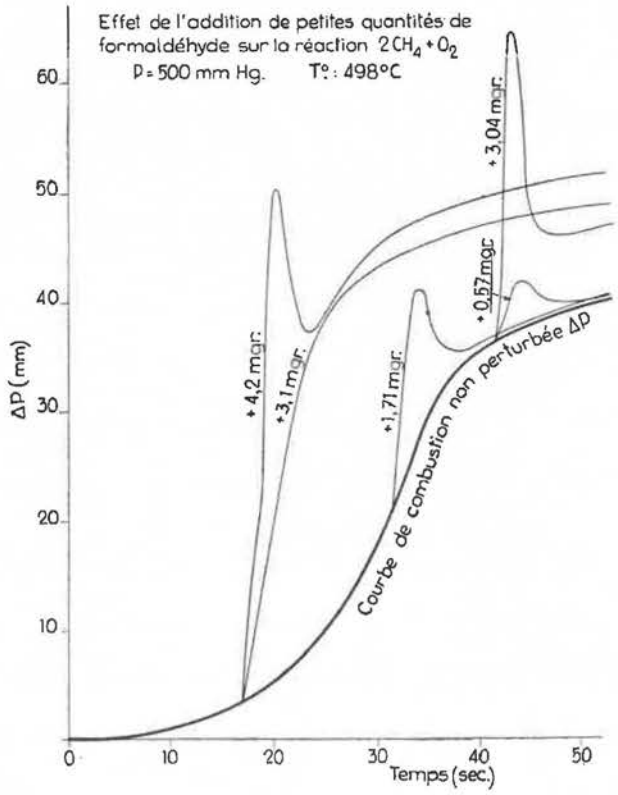


Fig. 6.

de la figure (6). Au moment voulu, on laissait tomber dans la chambre de réaction constituée par un ballon en quartz de 1 litre de capacité, une petite boule de verre mince, scellée et contenant quelques milligrammes de paraformaldéhyde (polymère solide du formaldéhyde CH_2O). Au contact de la chaleur (498°C), le polymère se décompose et la pression gazeuse ainsi développée est suffisante pour faire éclater la boule. Le formaldéhyde libéré se mélange alors très rapidement aux gaz.

Les résultats de ces expériences sont donnés par la figure 6. On constate que l'introduction de formaldéhyde provoque la formation d'oscillations en tout point semblables à celles qui se produisent normalement aux pressions un peu plus élevées sans formaldéhyde. L'effet est beaucoup plus accentué au milieu de la réaction qu'à son début.

Par exemple, une addition de 3,1 mg de paraformaldéhyde au début de la transformation ne provoque pas d'oscillation, mais supprime simplement la période d'accélération alors que 1,71 mg, ajouté au milieu de la transformation, provoque l'apparition d'un maximum aigu. Ceci est normal car, lorsque la réaction est bien en cours, il existe déjà dans le système le formaldéhyde produit normalement par la combustion alors qu'au début, celui-ci doit encore être formé. S'il faut une concentration donnée de formaldéhyde pour provoquer la formation d'une crête dans la courbe de pression, il faudra donc en ajouter moins en cours de réaction qu'au début.

Des analyses nous ont permis de constater qu'au moment où la vitesse de réaction est maximum, la concentration stationnaire de formaldéhyde dans le système non perturbé est équivalente à 6 mg environ de paraformaldéhyde, quantité petite par rapport à celle qu'il faut ajouter pour provoquer à ce moment une oscillation. Ceci montre que la combustion est extrêmement sensible à de petites variations de concentration de formaldéhyde, et il ne fait aucun doute que l'inflammation se produit au moment où, pour une raison qui reste encore obscure, la concentration d'aldéhyde formique se met à croître.

Ce dernier point est d'ailleurs confirmé par le fait que l'on peut provoquer l'inflammation en ajoutant un peu plus de formaldéhyde au mélange que les quantités renseignées à la figure 6 (voir plus haut).

Il ressort clairement des expériences précédentes que, à l'instar du premier mode d'inflammation, le second a également son origine dans un des produits de réaction de l'oxydation lente du méthane, ici l'aldéhyde formique. La molécule de méthane ne semble donc avoir ici d'autre rôle que de fournir des produits de combustion dont l'inflammation produira après coup sa propre inflammation.

La suite naturelle de cette étude nous a amenés à étudier les caractères de l'inflammaion du formaldéhyde lui-même.

3) Mécanisme d'inflammation du formaldéhyde.

Nous donnons dans ce qui suit un bref aperçu des résultats obtenus jusqu'ici.

On a d'abord déterminé les limites d'inflammation des mélanges de formaldéhyde et d'oxygène aux températures où ont été étudiées celles des mélanges de méthane et d'oxygène. La première constatation intéressante, qui ressort de ces mesures, est que la pression partielle explosive de formaldéhyde est du même ordre de grandeur que la pression partielle de formaldéhyde régnant immédiatement avant l'explosion des mélanges de méthane et d'oxygène aux mêmes températures. Cette constatation corrobore les conclusions du chapitre précédent.

L'inflammation des mélanges de formaldéhyde et d'oxygène relève d'un processus purement thermique. On a pu le montrer en enregistrant simultanément la pression et les variations de température subies par le mélange en réaction avant l'inflammation. La figure 7 donne trois de ces enregistrements obtenus aux environs immédiats du point d'inflammation. Les premières courbes (58) sont relatives à une combustion menée en dessous du point d'inflammation, les courbes (59) à la limite même d'inflammation et les courbes (54) à une pression légèrement supérieure à cette dernière.

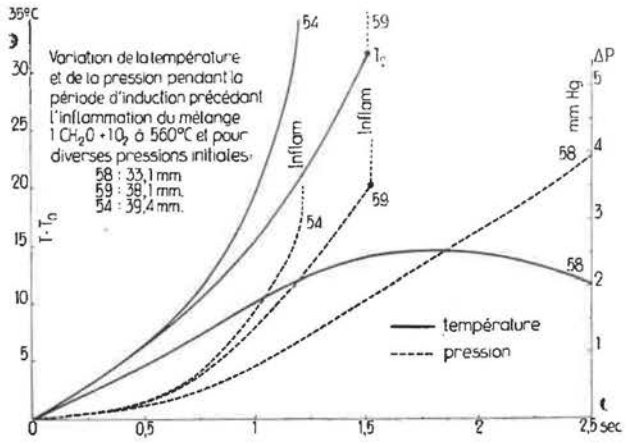


Fig. 7.

On sait qu'un intermédiaire de cette combustion est l'acide performique. Faut-il croire qu'à l'instar du méthane dont l'inflammation est causée par le formaldéhyde, celle du formaldéhyde le serait par celle du composé intermédiaire peroxydé beaucoup plus réactionnel ?

Nous ne croyons pas qu'il en est ainsi dans les conditions des expériences ici décrites, car les courbes de la figure 7 présentent, avec la théorie thermique, un accord quantitatif que ne présentent pas les mêmes courbes relatives au méthane. D'autre part, l'influence des gaz inertes sur les limites d'inflammation est, comme le prévoit cette théorie, en rapport immédiat avec leur conductivité thermique. Il faut toutefois remarquer que dans des récipients de plus grand diamètre, notamment ceux dans lesquels nous observions l'inflammation instantanée des mélanges de méthane et d'oxygène, on observe des phénomènes de luminescence que la théorie thermique est impuissante à prévoir. Il y a là des phénomènes nouveaux qui apparaissent dans des récipients de grand diamètre, phénomènes dont nous commençons seulement l'étude systématique.

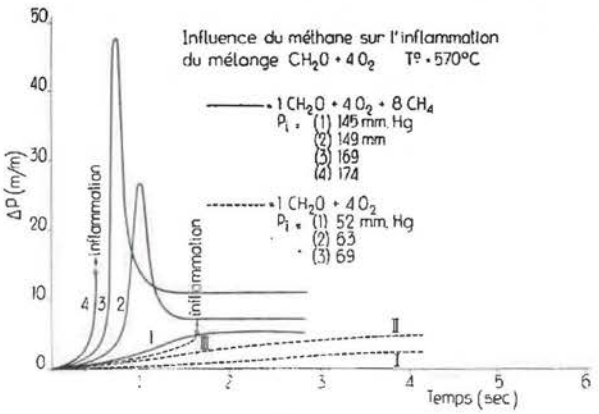


Fig. 8.

Selon les expériences décrites plus haut, l'inflammation de méthane et d'oxygène a donc lieu lorsque la quantité de formaldéhyde produite par la combustion atteint sa concentration explosive. Dans ces conditions, l'explosion résultante prend cependant naissance dans un milieu contenant, en plus de l'oxygène, une quantité importante de méthane. Pour nous rendre compte de l'influence que ce dernier corps exerce sur l'explosion des mélanges de formaldéhyde et d'oxygène, nous avons effectué une série d'expériences sur le mélange $CH_2O + 4\,O_2 + 8\,CH_4$, en augmentant progressivement la pression jusqu'à atteindre la pression limite d'explosion. On a également effectué une autre série d'expériences sur un mélange contenant les mêmes proportions relatives de formaldéhyde et d'oxygène, mais sans méthane ($CH_2O + 4\,O_2$).

Les résultats obtenus sont représentés par la figure 8. On observe tout d'abord que la pression partielle explosive de formaldéhyde n'est guère influencée par la présence du méthane. Chose assez inattendue, les courbes de pression témoignent cependant d'une interaction notable du méthane sur la marche de l'oxydation du formaldéhyde au voisinage immédiat de la limite d'inflammation. On observe en effet la formation d'une oscillation, différant cependant de celles décrites jusqu'ici par le temps beaucoup moins long qu'elle met à se développer. Il semble que le méthane joue ici l'action d'un inhibiteur tendant à étouffer dès l'origine l'explosion du formaldéhyde.

Ce fait montre encore la grande complexité du phénomène d'auto-inflammation.

Il est utile de signaler finalement que tous les phénomènes d'oscillation que nous venons de relater ici sont accompagnés de phénomènes de luminescence, ce qui tend à les rapprocher de la flamme froide bien connue, des hydrocarbures plus lourds, mais qui n'a pas encore été observée jusqu'ici pour le méthane. Signalons que Egerton, Moore et Lyn ont constaté des phénomènes analogues de luminescence par compression adiabatique des mélanges de méthane et air.

Les recherches que nous venons de résumer ici feront l'objet de deux rapports détaillés qui paraîtront, le premier, dans Fuel (1954) et l'autre dans le Bulletin de la Société Chimique de Belgique (1954).

INSTITUT NATIONAL DES MINES

Rapport sur les travaux de 1953

ANNEXE

Liste des appareils électriques et divers

agréés en 1953
sur proposition de l'Institut National des Mines.

I. — HAVEUSE.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
24-9-53	Société Electro-Industrielle, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8784	Par avenant à la décision 13E/8285 du 9-4-1952, la haveuse Eickhoff type S.E.3 peut être équipée d'un moteur de 45 kW, l'enveloppe restant conforme au plan n° M.91.1487 du document précité.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
7-1-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8572	Le coffret à 2 boutons-poussoirs, suivant plan 126.236, combiné avec prise de courant 100 A, type dR.1473, autorisée par décision 13E/8116 du 12-10-51, peut être utilisé en lieu et place de la boîte à bornes avec entrée de câble armé des moteurs types d.UOR. 683/4-1183/4 et 783/4 agréés par les décisions 13E/8422, 8421 et 8420 des 21, 22, 25-8-52 et les avenants 13E/8524, 8525 et 8523 du 26-11-52.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
5-2-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8619	Les moteurs types AFG.811-d_1 - AFG 861-d_1 et AFG 871-d_1 visés par la décision 13E/7846 du 19-1-52, peuvent être utilisés avec fourreaux d'arbre de 25 mm de longueur et 0,5 mm de jeu diamétral maximum. v/plan n° 4.030.801.
13-2-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8623	Treuil électrique Pikrose, type 2, à simple tambour, à 2 vitesses, moteur 550 V, 5,5 kW (7,5 CV) à 750 tours. 7,36 kW (10 CV) à 1.000 tours et 11 kW (15 CV) à 1500 tours, construit par les usines anglaises Austin Hopkinson Co Ltd d'Audenshaw. s/plans E.H.T.S. 2477 et B. 1053.
24-2-53	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8630	Le moteur faisant l'objet de la décision 13E/8566 du 3-12-52 se rapporte au type N.H.M. 57/60 et non N.H.M. 7-48 C.
27-3-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8652	Enveloppes types AKG. 3366 et AKG. 3368 pour moteurs asynchrones, à courant triphasé, rotor en court circuit, tensions de 110 à 1000 V, vitesse de 1500 à 3000 t/m puissances de 14,7 à 27,2 kW (± 50 %). s/plan n° 2.024.890.
1-4-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8655	Enveloppe type AKG. 609 pour moteurs AKG. 6096 et AKG. 6098, asynchrones, à courant triphasé, rotor en court-circuit, tensions de 220 à 6600 V, 750 à 1500 t/minute, puissances de 48 à 169 kW (± 50 %). s/plan n° 1.021.889.
23-4-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8668	Par avenant aux décisions 13E/7715 du 5-7-50 — 13E/7591 du 16-12-49 — 13E/8422 du 21-8-52 — 13E/8420 du 25-8-52 — 13E/8421 du 22-8-52 et 13E/8099 du 24-9-1951, relatives aux moteurs Siemens types d.UOR 773, 774, 683, 783, 1183 et 1372, il peut être fait usage d'un socket avec fiche de prise de courant Anderson Boyes, type B.S. 100 A, visés par les documents 13E/6999 du 2-4-47 et 13E/8001 du 16-6-51 dont le mode d'assemblage répond aux indications du plan n° 326.692.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
22-5-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8687	Enveloppes types AFG. 1011-d, AFG. 1061-d et AFG 1071-d pour moteurs asynchrones, à courant triphasé, rotor bobiné, tensions de 220 à 6600 V, vitesse 500 à 1500 t/m, puissance 338 à 1030 kW. s/plans n^{os} 1.021.897 - 1.020.073 et 2.024.325.
17-6-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8704	Moteur type d.U.O.R. 1283-4D. asynchrone triphasé, rotor en court-circuit 220-550 V, 50 p. 1470 t/m, 64 A, 42 kW, s/plan 026.606.
18-6-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8699	Moteur type A.T.G. 4086, forme VI - (vertical) asynchrone triphasé, rotor en court-circuit, 220-600 V, 3000 t/m, 40 kW, ± 25 %. s/plan n° 2.024.867.
17-7-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8732	Enveloppes types A.K.G. a 2968 c - 2970 c - 3356 c - 3368 c - 3370 c - 4168 c, pour moteurs asynchrones, à courant triphasé, rotor en court-circuit, 110 à 1000 V, 650 à 1500 t/m, 4,8 à 31 kW ± 50 %. s/plan 2.025.023-a.
24-7-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8739	Avenant à la décision 13E/8278 du 4 avril 1952 relative aux types AKG.a 2968, 2970, 3356, 3370 et 4168 : réduction du diamètre extérieur du flasque côté attaque. s/plan 2.025.035.
27-7-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8738	Enveloppes types AFG. 814-C/3, 864-C/3 et 874-C/3 pour moteurs asynchrones, à courant triphasé rotor en court-circuit, 220 à 6.600 V, 500 à 1500 t/m, 50 p., 90 à 370 kW ± 50 %. s/plan n° 2.025.007.
4-8-53	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8747	Moteurs asynchrones type N.H.M. 5/88, 220 à 600 V, 750 à 3000 t/m, 15 à 30 kW ± 30 %. s/plan 318.161-A.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
6-8-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8749	Dispositif de commande automatique dénommé « Thrustor » avec moteur électrique type TKF/505, 500/550 V, 2,2 kW (3 CV) pour frein de treuil Pikrose, construit par la firme Métropolitan Vickers de Manchester, suivant plans CW. 104.745, 3069 et 3062.
5-9-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8769	Enveloppes types A.K.G. 326 C_1 — A.K.G. 336 C_1 — A.K.G. 416 C_1 et A.K.G. 514 C_1 pour moteurs asynchrones, à courant triphasé, rotor en court-circuit, 190 à 1000 V, 600 à 3600 t/m, 11 à 90 kW, avec tolérance de ± 50 %. s/plan n° 2.025.103.
17-9-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8776	Moteur asynchrone triphasé, 200 à 600 V, 50 p. 1000 t/m, 18,4 kW (25 CV) avec coffret démarreur et fiche de prise de courant destinés à la commande d'un treuil de scrapage Pikrose, type S.2.A. construit par les usines Austin Hopkinson et Co Ltd d'Audenshaw (Anglet.) s/plans nos 3068, B. 1072, B. 1073, B. 1074.
22-9-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8785	Enveloppes types A.T.G. 506 C_4 - 510 C_4 - 610 C_4 - 710 C_4 pour moteurs asynchrones à courant triphasé, rotor en court-circuit (190 à 6600 V, 3000 à 3600 t/m, 50 p. 74 à 442 kW avec tolérance ± 50 %. s/plan 1.022.065.
30-9-53	Société Nouvelle Siemens, rue des Augustins, 6, Liège.	13E/8786	Moteur type d.P.O.R. 772-2 500 V, 15 A, 10,5 kW destiné à la commande de traceuses Korfmann, s/plan n° M.91.1683.
30-11-53	Société Nouvelle Siemens, rue des Augustins, 6, Liège.	13E/8856	Moteur type d.U.P.O.R. 683-4D asynchrone triphasé, 500 V, 26 A - 1500 t/m, 16 kW destiné à la commande d'un ventilateur Z.B.L. 85/42.5 ou affecté à des usages divers, suivant plan M. 92.0602.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
6-1-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8569	Coffret de manœuvre, type C.M.4., construit par la firme Anderson Boyes de Motherwell (Angleterre). s/plans C.M.401 et C.M.402.
12-1-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8581	Sectionneur coulissant 7 kV, type A.S.C. s/plan n° 226.414.
13-1-53	S. A. Electricité Industrielle Belge, à Dison.	13E/8587	Avenant à la décision 13E/8114 du 8-10-51 visant un coffret disjoncteur : modifications de détail. v/plan 450.331-A.
13-1-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8589	Avenant aux décisions 13E/7028 du 4-8-47, 13E/7929 du 19-4-51 et 13E/7594 du 29-12-49 : utilisation des fiches Victor et Huwood 30 A pour câble souple Ø 25 mm sur les sockets montés sur les treuils de la série Pikrose, visées par les décisions 13E/7156 du 8-4-48, 13E/7284 du 26-10-48, 13E/7444 du 17-5-49, 13E/7594 du 29-12-49, 13E/7605 du 14-1-50 et 13E/8340 du 18-6-52.
14-1-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8593	Coffret de commande type S.S.3.S.I. construit par la firme « The Mining Engineering Co Ltd à Worcester (England) s/plans : S.S. 3920 - S.S. 3909 - E.F. 4901 - EF 496.
16-1-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8596	Contrôleur de bandes type d.K. 1451. s/plan 226.601.
26-2-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8632	Avenant à la décision 13E/7160 du 13 avril 1948 visant un interrupteur inverseur type S.S. 5/6 modification de détail : plan B. 1039, entrée de câble armé remplacée par socket et fiche de prise de courant BS 100 A agréés.
21-4-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8625	Avenant à la décision 13E/8349 du 18 juin 52 : modification des caractéristiques électriques du transformateur type T.S. 160 M.G.5.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
8-4-53	F. Mabille, 22, rue du Viaduc, à Bruxelles.	13E/8659	Coffret de démarrage pour disjoncteurs thermique et électromagnétique, destiné à la manœuvre et à la protection de ventilateurs électriques. v/plans 26, 27, 28.
12-5-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8676	Cuve pour transformateur à air type d.K. 452 s/6 - 6600/550 V, 200 kVA. s/plan 126.789.
12-5-53	S. A. Electricité Industrielle Belge, à Dison.	13E/8681	Pièce de raccord pour utilisation sous un angle de 60° de deux entrées de câble de type agréé. v/plan 440.997.
22-5-53	S. A. Electromécanique, 19, rue Crickx, à Bruxelles.	13E/8690	Types C.A.P. II. - C.A.P. 13 C.A.P. 14 et C.A.P. 15 d'entrée pour câble armé (Ø sur plomb du câble 8 à 65 mm) construits par les Etablissements Merlin et Gérin de Grenoble (France). s/plan C. 5838.
26-5-53	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, à Bruxelles.	13E/8682	Coffret type E.260 pour sectionneur et inverseur, haute tension jusque 6600 V, 200 A. s/plan E.133.
17-5-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8703	1) Par avenant aux décisions 13E/7852 du 18-1-51 et 13E/8278 du 4-4-52, le conduit pour masse isolante (repère 6 du plan 1.021.967) et les entrées pour câbles armés et souples (repère 1 et 4 du même plan) peuvent être utilisées en mines grisouteuses, aussi bien pour le raccordement des moteurs que pour tout autre appareil électrique agréé. - 2) Les entrées doubles pour câble armé, câble souple et câble souple armé (repères 2, 3, 5 du plan 1.021.967) peuvent être utilisées comme indiqué au paragraphe 1) ci-dessus.
17-6-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8705	Cuve pour transformateur sec réalisée suivant les types Tb G.160 S3 - Tb G. 200 S3 et Tb G. 250 S3 - 6.600 V, ± 5 %, 550 V, - classe H. 160 à 315 kVA. s/plan 2.083.848a.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
18-6-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8700	Cuve pour transformateur sec réalisée suivant types Tb G. 160 S2 Tb G. 200 S2 et Tb G. 250 S2 - 6.600 V, ± 5 %, 550 V, - Classe H. 160 à 315 kVA. s/plan 2.083.459b.
6-7-53	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8716	Avenant aux décisions 13E/7680 du 2-5-50 - 13E/7966 du 29-5-51 et 13E/8449 du 12-9-52 : le nombre d'entrées de câble armé et de boutons-poussoirs peut être porté de 1 à 2, 3 ou 4. v/plan 1140 CG « B ».
6-7-53	Etablissements H. F. Destiné, 2, rue de la Vallée, Bruxelles.	13E/8717	Avenant à la décision 13E/7540 du 18-10-49 relative au coffret de transformation et de contrôle « Midget » construit par la firme Victor Products de Wallsend-on-Tyne (Angleterre) Modifications diverses reprises au plan E. 2305/5.
7-7-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8722	Coffret pour boîte à bornes type ABP. ou de protection pour appareils de mesure type ABP a et ABP 2a construit suivant plan 126.617.
10-7-53	S. A. Electromécanique, 19, rue Crickx, à Bruxelles.	13E/8724	Avenant à la décision 13E/8147 du 14-11-51 : Modification boîte de raccordement, basse tension pour transformateurs au quartz construits par Merlin et Gérin de Grenoble (France). v/plan C. 5919.
13-7-53	Ateliers de Constructions EMD 35, rue Julien Schmidt, à Dampremy.	13E/8727	Entrée pour câble souple sous caoutchouc jusque 60 mm de diamètre. s/plan 6476.
27-7-53	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8733	Bouchon spécial pour prélèvement d'échantillon d'huile, réalisé suivant plan 142.083/A substitué au bouchon ordinaire de vidange existant sur les appareils à bain d'huile agréés par les décisions 13E/5585 du 20-5-33; 13E/6584 du 30-9-40 et 13E/7154 du 7-4-48.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
12-8-53	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, à Bruxelles.	13E/8755	Avenant à la décision 13E/8300 du 22-4-52 : modification du coffret type E. 190 permettant le placement éventuel de deux entrées de câble sur les quatre dressements des faces latérales. v/plan n° E. 160.
7-9-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8768	Ensemble de coffrets type I.K.Dg. 20-40 p. destiné à la commande et à la protection de moteurs de faible puissance (500 V. 20-40 A). s/plan 1.161.232.
7-9-53	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8770	Coffret type T.40, modèles 1,2,3, destiné à la protection d'appareillages électriques divers : contacteurs, disjoncteurs, commutateurs manuels, (tension 600 V, intensité 100 A) construit suivant plans nos 4001, 1318C/25 et 1318C/50.
9-9-53	S. A. Electromécanique, 19, rue Crickx, à Bruxelles.	13E/8772	Par avenant aux décisions 13E/5365 du 11-2-31; 13E/5989 du 15-1-37; 13E/7024 du 1-7-47 13E/7347 du 28-1-49; 13E/7457 du 31-5-49; 13E/7466 du 15-6-49 13E/7984 du 8-6-51; 13E/8147 du 14-1-52 et 13E/8255 du 13-3-52 relatives aux transformateurs au quartz Merlin-Gérin de Grenoble (France) types T.T.H. - 5 kVA; T.T.H.A.G. 24-100 kVA; G. 408-2, 150 kVA; G. 409-200 kVA; T.T.Q. 300 kVA et T.T.Q. 20 à 25 kVA, autorisation d'emploi de joints en lino liège pour les couvercles de la cuve et des boîtes à bornes, ces dernières étant remplies de masse isolante.
15-9-53	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8775	Ensemble de coffrets type 35, destiné à la protection de matériel divers tel que : petits sectionneurs, contacteurs disjoncteurs, relais, etc. tension 600 V, courant alternatif, intensité maximum 25 A. s/plan 3501.
15-9-53	S. A. Electromécanique, 19, rue Crickx, à Bruxelles.	13E/8777	Coffret de commande type T.W. 952-550 V, 250 A, construit par les Etablissements Merlin Gérin de Grenoble (France). s/plan CA 5942.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
28-9-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8787	Avenant à la décision 13E/8097 du 20 septembre 1951 : modification des organes disposés dans le couvercle du coffret type d.U.3. s/plan 326.758a.
29-9-53	S.A. Constructions Electriques Schréder, rue des Français, Ans.	13E/8789	Boîte de jonction pour câble armé identifiée « coupleur de câble type J.B.F.2, 3.300 V, 200 A, construite par la firme Reyrolle de Hebburn-on-Tyne (Angleterre). s/plan n° 107.358/480.
30-9-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8791	Coffret type S.127 pour boîte de dérivation ou de connexions. s/plan n° 50.227.
1-10-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8790	Coffret type S.128 pour boîte de dérivation ou de connexions. s/plan n° 50.230.
2-10-53	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8792	Contrôleur-inverseur type M.F.42.A. à 2 sens de marche et à commande par manette, construit par la Métropolitan Vickers de Manchester (Angleterre). s/plan n° X. 496.935 et A. 496.936.
8-10-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8798	Coffret d.U.S.9 pour jeu de barres et appareil de mesure construit par les usines Siemens suivant plan n° 28.801 destiné à la réalisation d'un ensemble de coffrets de manœuvre et de protection pour convoyeurs, haveuses, etc. Identifié d.R.1485 (A) 85 ou à être incorporé dans toute autre combinaison de coffrets de types agréés.
8-10-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8799	Coffret d.R.1491 pour jeu de barres, construit par les Usines Siemens suivant plan n° 28.803 destiné à la réalisation d'un ensemble de coffrets de manœuvre et de protection pour convoyeurs, haveuses, etc. identifié d.R. 1485 (A) 85 ou à être incorporé dans toute autre combinaison de coffrets de types agréés.

III. — APPAREILS DIVERS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
8-10-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8800	Avenant à la décision 13E/8117 du 16-10-1951 : coffret d.U.5. modifié, construit suivant plan n° 28.802 et destiné à la réalisation d'un ensemble de coffrets de manœuvre et de protection pour convoyeurs, haveuses, etc. identifié d.R. 1485 (A) 85 ou à être incorporé dans toute autre combinaison de coffrets de type agréés.
19-10-53	Société Electro-Industrielle de Luxembourg, 6, rue des Augustins, à Liège.	13E/8805	Modèle A.B.C. d'entrées pour câble souple, câble souple armé et câble armé (de 9 à 32 mm de Ø extérieur) construits s/plan n° 181.918 par la firme Göthe de Mülheim (Ruhr).
29-10-53	S.A. Amelco, 25, quai de Willebroeck, à Bruxelles.	13E/8826	Vanne électropneumatique, destinée à l'équipement d'un panzer à rabot rapide, construite par la firme Schrupp & Müller de Betzdorf (Allemagne). s/plan AP.2351.
29-10-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8827	Avenant à la décision 13E/8700 du 18-6-1953. Transformateurs secs types T.b.G. 160 S1 - T.b.G. 200 S1 - T.b.G. 250 S1 (puissance de 160 à 315 kW, classe H). s/plans 2.083.744 et 5.406.144.
29-10-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8829	Coffret type S.118 utilisé comme boîte à connexions. s/plan 50.273.
29-10-53	S.A. Amelco, 25, quai de Willebroeck, à Bruxelles.	13E/8825	Coffret pour interrupteur de fin de course, construit par la firme Schrupp & C° de Betzdorf (Allemagne). s/plan n° d.A.P. 2364.
29-10-53	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, à Bruxelles.	13E/8828	Le coffret repère A. réalisé suivant plan n° E.165.A. peut être adapté à la cuve pour disjoncteur type O.R.M.10 - 6000 V, 400 A, agréée par la décision 13E/8272 du 4-4-1952.
9-11-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8840	Coffret type S.124 pour disjoncteur tripolaire 500 V, 200 à 350 A. s/plans 50.238, E. 1051, 50.144 et 50.148.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
19-11-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8849	Coffret sectionneur n° 78 et fiche haute tension n° 79 destinés à l'équipement des transformateurs types T.b.G. 160 S2 T.b.G. 200 S2 et T.b.G. 250 S2 6.600 V - 550 V - 160 à 315 kVA ainsi qu'un prolongateur de câble constitué par 2 fiches H.T. n° 79 assemblées l'une à l'autre, matériel construit suivant plan 9.105.229.
21-11-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8854	Coffret type S.121 destiné à protéger un interrupteur 350 A, 500 V avec ou sans appareil de mesure et accessoirement des appareils de protection ou des bornes. s/plans 50.168, 50.170, 50.171 et 50.239.
30-11-53	S.A. Eectro-Lumière, 181, rue Petite Voie, Herstal.	13E/8855	Boîte de dérivation type A.G. 250 - 500 V, 250 A. s/plan n° D.31-20.
19-12-53	Société Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, Bruxelles.	13E/8883	Avenant à la décision 13E/8339 du 11-6-1952 relative à un rouleau de sûreté pour courroie transporteuse. Modifications de détail reprises au plan n° 950.656. Appellation nouvelle : type R.C. 253.
29-12-53	Société Electricité Industrielle Belge, 48, rue Montoyer, Bruxelles.	13E/8890	Avenant à la décision 13E/7854 du 18 janvier 1951 visant le coffret de chantier type C.C.S.100 : adjonction d'un compartiment supplémentaire. s/plan 441.017.
16-12-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8880	Coffret type S.125 destiné à protéger, soit un sectionneur-contacteur disjoncteur 100 A, soit un inverseur 200 A, avec cartouches à H.P.C. de 200 A et un transformateur 1 kVA suivant plan n° 50.207.

V. — MATERIEL D'ECLAIRAGE SUJET A DEPLACEMENT

Date	Constructeur	N° de la décision	Observations
12-1-53	S.A. Locorail, 146, chaussée de Haecht, Bruxelles.	13E/8582	Génératrice type e.M.E.G.-25 à courant alternatif - 12 V, 25 W - pour éclairage locomotives. v/plan 31.999.V.
14-1-53	Cie Auxiliaire des Mines, 26, rue E. Van Ophem à Uccle-Calevoet.	13E/8592	Avenant à la décision 13E/7746 du 22-8-50 : remplacement du cylindre en verre entourant le tube fluorescent par un autre cylindre de même dimension en méthacrylate de méthyle (Perspex).
24-2-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8631	La décision d'agréation 13E/5462 du 17-11-31 est transférée au profit de la S.A. Socomé. L'armature pour lampe à incandescence dont il s'agit sera conforme au plan C.1010.
27-3-53	Les Ateliers Mécaniques de et à Morlanwelz-Hayettes.	13C/5776	Lampes électropneumatiques types f.D.L. 40.Q - S.D.L.50 et S.D.L.100 construites par la firme Concordia (C.E.A.G.) à Dortmund. Puissance e nW : 40, 50, 100. Tension de service en V : 73, 12, 12. s/plans 978L et 980L.
7-4-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13E/8658	Lampe à vapeur de mercure type Merlux. s/plan 1547.
18-6-53	S.A. Eectro-Lumière, 181, rue Petite Voie, Herstal.	13C/5783	Armature pour lampe au sodium type A.N.A.85 de 85 watts. s/plan 7553.
6-8-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13E/8748	Lampe électropneumatique à tube fluorescent, type F.P. s/plan 1549.
6-8-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13E/8750	Armature pour tube fluorescent type F.R. - 20 ou 40 W (110 ou 220 V). s/plan 1548.
8-9-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13E/8773	Par avenant à la décision 13E/8748 du 6-8-1953, la lampe électropneumatique type F.P., sans modification des dimensions ou des dispositifs assurant le caractère antigrisouteux, peut être équipée d'un tube fluorescent de 40 W.

V. — MATERIEL D'ECLAIRAGE SUJET A DEPLACEMENT

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
1-10-53	N.V. Fabriek en Handelsbureau « Nederland » Donkere Spaarne, 22 Haarlem (Hollande).	13E/8793	Armatures de protection type H.G. 22 pour lampe à incandescence de 75 W et type H.G.23 avec interrupteur à bouton poussoir. s/plans 6.140 A et 6.167 A.
10-12-53	S.A. Etablissements Berry, 77, rue de Mérode, Bruxelles.	13E/8870	Matériel d'éclairage électrique pour locomotives de mines, comprenant : a) un alternateur à fer tournant, 12 V, 25 W, du type A.A.1. s/plan N.29.b. b) un interrupteur 10 A, 660 V du type I.R.A.1. s/plan n° F.190.b. c) des phares type P.A.1 s/plan n° F.269. Ce matériel est construit par la Sté Alsacienne d'Installations techniques, 10, avenue du Zornhoff à Saverne (Bas Rhin) France.
22-12-53	S.A. Eectro-Lumière, 181, rue Petite Voie, Herstal.	13E/8886	Avenant à la décision 13E5670 du 31 mars 1934 relative à une armature type F.L.450 pour lampe à incandescence. Modifications de détail. Plan 10/53A.
16-12-53	S.A. des Ateliers Mécaniques de Morlanwelz-Hayettes.	13E/8879	Lampe électropneumatique type f.s. P.L. 520/20 à tube fluorescent de 20 W, construite par la firme Concordia (E. A.G.) de Dortmund. s/plan n° 1020 L.A.

VI. — TELEPHONES ET SIGNALISATION

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
29-9-53	Ateliers de Constructions EMD 35, rue Julien Schmidt, à Dampremy.	13E/8788	Boîtier de signalisation pour 4 lampes de 15 W. s/plan n° 7524.
18-12-53	Etablissements Le Las, 131, rue de Vaugirard, Paris (15e).	13E/8881	Ensemble de boîtiers type B.T.X.186 A destiné à la commande de voyants lumineux et de signaux acoustiques. s/plan B.T.X. 186 A.G.B. et D.N. 12.787.
18-12-53	Etablissements Le Las, 131, rue de Vaugirard, Paris (15e).	13E/8882	Boîtier pour voyant lumineux type V.A. L. 141A. s/plans V.A.L.A.G.B. et D.N. 12.786.

VII. — VENTILATEURS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
14-1-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8593	Ventilateur pour canar de 600 mm Ø type E.F.6, actionné par moteur électrique type M.B.63 500/550 V, asynchrone triphasé à cage d'écureuil 3000 t/m 7.36 kW (10 CV) suivant les plans E.F. 4913; 1710; E.F. 4918; E.F. 4901; E.F. 496 401 aV - 401 bV (Matériel construit par la firme « The Mining Engineering C° Ltd de Worcester, (Angleterre).
5-2-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8620	Ventilateur auxiliaire, type E.F.5 pour canars de 500 mm de Ø suivant plan n° B.1051, actionné par moteur électrique type M.B.56, avec ses accessoires agréés par décision 13E/7170 du 29-4-48 (plans 1207, E.F. 496 et E.F. 498). Matériel construit par « The Mining Engineering C° Ltd » de Worcester (Angleterre).
28-2-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8633	Par avenant à la décision 13E8593 du 14-1-53, les plans n°s 401 aV et 401bV sont remplacés par le plan n° B.1063.
8-4-53	F. Mabille, 22, rue du Viaduc, à Bruxelles.	13E/8659	—Ventilateur électrique RM type 6, Ø int. 500 (moteur asynchrone, rotor court-circuit 220 à 500 V, 5 kW). s/plans n°s 22 et 25.
28-4-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8669	Par avenant aux décisions 13E7170 du 29-4-48, 13E/8620 du 5-2-53, 13E/8593 du 14-1-53 relatives aux ventilateurs MECO à commande électrique, type E.F.4, E.F.5, E.F.6, la fiche de prise de courant MECO 15 A peut être remplacée par une fiche du type Victor 30 A, pour câble souple armé ou non, de 25 à 40 mm de diamètre, dont le type agréé avec câble souple, de 25 mm seulement, est visé par les documents 13E/7028 du 4-8-47 et 13E/7929 du 19-4-51. v/plan B.1067.
10-9-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8774	Ventilateurs pour canars de 300, 400 et 500 mm de diamètre à commande électrique, types d.H.L.E. 30 (moteur d.P.O.R. - 9,9-2; d'H.L.E. 40 (moteur d.POR - 29C-2) et d.H.L.E.50 (moteur d.P.O.R. 49n-2) construits par les usines Siemens s/plans n°s I.T.S. 37.Z.20.339 - E.Z. 10.15.207 - E.Z.19.16.098 - I.T.S.25.E. 0575.II et 4.N.0417a.

VII. — VENTILATEURS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
30-9-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8786	Ventilateur type d.H.L.E.60- pour canars de 600 mm de diamètre actionné par moteur électrique type d.P.O.R. 772-2, 500 V, 15 A, 10,5 kW. s/plans I.T.S.37.Z.20.352 - M.91.1683 - M.91.6784 et M.91.6373.
30-11-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8856	Ventilateur type Z.B.L.85/42,5 (hélice ∅ 850 mm environ) à commande électrique, moteur type d.U.P.O. R.683-4D. s/plans : 1.TS/37.Z.20.478 (ventilateur) - M.92.0602 (moteur).

VIII. — LOCOMOTIVE DIESEL

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
19-11-53	S.A. Etablissements Berry, 77, rue de Mérode, Bruxelles	13E/8852	Locos Diesel type 3712, moteur monocylindrique P.T.I. de 15 CV à 1500 t/min, cycle Diesel 4 temps, construite par la firme Berry à Lille. s/plans n°s 61.656 A - 59.820 A - 55.464 A - 53.487 A - 55.461 - 55.465 - 55.463 - 55.875 - 52.855 B - 55.882 - 52.926 A - 55.445 - 55.444 - 55.884 - 55.878.

IX. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
7-1-53	Compagnie auxiliaire des Mines, 26, rue E. Van Ophem, à Uccle-Calevoet.	13C/5769	Avenant aux décisions 13E/5590 du 29-5-46 et 13C/5608 du 15-10-46 visant les lampes Oldham du type chapeau : modification de détail.
13-2-53	Dominitwerke à Hoppecke Kr. Brilon (Allemagne).	13C/5772	Lampe électrique portative type M.O. A.H.O.a, accumulateur à 2 éléments cadmium-nickel. Tension accumulateur : 2,6 V. Capacité accumulateur : 16 A/h. Tension normale ampoule : 2,5 V. Courant consommé par l'ampoule : 2A. s/plan 39/24.588.

IX. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
20-2-53	Dominitwerke à Hoppecke Kr. Brilon (Allemagne).	13C/5773	Lampe électrique portative type M.O.A.H. - 3/a; accumulateur à 2 éléments cadmium-nickel. Capacité batterie : 25 A/h. Courant consommé par l'ampoule : 2 A. s/plan 39/24598.
27-3-53	Dominitwerke à Hoppecke Kr. Brilon (Allemagne).	13C/5775	Lampe électrique portative type M.S.O/a, constituée par une tête en forme de projecteur (ampoule 2,5 V, 1,2 A) répondant au plan 39/24.586, le pot et la batterie provenant d'un des types de lampe M.O.A.H./O/a ou M.A.H./3a agréés par les décisions 13C/5772 du 13-2-53 et 13C/5773 du 20-2-53.
6-5-53	S.E.R.T.R.A., 8, rue du Miroir, à Mons.	13C/5780	Lampe électrique portative du type C.G.L.I. dit « au chapeau » - acc. au plomb 2 éléments - projecteur 2 ampoules 1 A et 0,25 A construite par la firme C.E.A.G. de Barnsley (Angleterre). s/plans B.800, C.794 et C.2510.
4-7-53	Sté Belge d'Applications Electriques, rue de la Limite, 117, La Bouverie.	13C/5786	Lampe Lemaire 4 V, capacité 6 A/h, ampoule 0,5 A. (variante de la lampe Lemaire type 36 visée par la décision 13C/5248 du 18-5-36). v/plan 1504.
15-10-53	Sté Belge d'Applications Electriques, rue de la Limite, 117, La Bouverie.	13C/5792	Avenant à la décision 13C/5768 du 10-12-1952 relative à la lampe à accumulateur au plomb type C.B.8 au chapeau : modifications diverses reprises au plan n° 200.
14-10-53	N.V. Fabriek en Handelsbureau « Nederland » Donkere Spaarne, 22 Haarlem (Hollande).	13C/5791	Projecteur type A.E.2 pour lampe électrique de mine au chapeau. s/plan 6070/1E.

X. — LAMPE A FLAMME.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
19-10-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13C/5793	La calotte pleine de la lampe Wolf-Joris n° 3, agréée par l'Arrêté ministériel du 9 novembre 1906, peut être remplacée par une calotte perforée, réalisée suivant plan n° C.2158.

XII. — EXPLOSEURS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
8-12-53	Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale à Bruxelles.	13D/6504	Exploseurs types A.B.F.G.S.K. 300 ohms et A. B.F.A.S.K. 500 ohms, construits par la firme Schäffler de Vienne (Autriche). s/plans 32-527 - I, II et III, 32/528 - I, II et III.
9-12-53	Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale à Bruxelles.	13D/6503	Exploseur type D.K.M.S.K. construit par la firme Schäffler de Vienne (Autriche) s/plans 32/263 - I, II et III.

XIII. — OHMMETRE.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
8-9-53	S.E.R.T.R.A., 8, rue du Miroir, à Mons.	13E/8771	Ohmmètre à pile, 1,5 V Z.E.B/A.W. 0 à 1000 ohms de la firme Hartmann et Braun de Francfort a.M. (Allemagne). s/plans 16.165-3 I.B.S. (4) et 16.165-30 (3).

XVI. — DIVERS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
12-1-53	S.P.R.L. Kléber Colombes, 1a, rue du Bastion, Bruxelles.	13F/8583	Tuyau de caoutchouc, réalisé aux diamètres de 16 et 27 mm portant la marque « Electromines » de sécurité quant à l'écoulement au sol des charges d'électricité statique.
20-10-53	S.A. Carideng, à Lanaeken.	13G/8210	Tuyau de caoutchouc réalisé aux diamètres de 18/32 mm portant la marque « CARIVOLT » de sécurité quant à l'écoulement au sol des charges d'électricité statique.

Erratum.

La liste d'appareils agréés — en annexe au Rapport sur les travaux de 1952 de l'Institut National des Mines — (voir Annales des Mines juillet 1953) indique à la page 527 :

Date d'autorisation 26-8-52.

Constructeur : S.A. Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, Bruxelles.

Il faut lire : Constructeur : S.P.R.L. Emac, 142-144, rue Bara, Bruxelles.

Origine, structure, propriétés et valorisation de la houille (1)

Dr. D. W. van KREVELEN,

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

I. — L'ORIGINE DE LA HOUILLE ET LE PROCESSUS DE LA HOUILLIFICATION

Malgré les progrès impressionnants réalisés par la chimie des matières naturelles pendant les cinquante dernières années, la structure d'un des produits naturels les plus importants — la houille — est toujours pleine d'énigmes. Ceci montre déjà les difficultés particulières que cette matière présente aux recherches.

De nos jours, c'est un fait connu que la houille doit son origine à une décomposition incomplète — la houillification — de matières végétales. La houille se rapporte pourtant à la plante vivante comme une ruine, ou plutôt, comme un tas de décombres à un bel édifice. Comme un édifice est bâti d'éléments de construction (pierres, ciment, poutres et planches, stuc, tuiles, etc.) dont chacun a une composition plus ou moins caractéristique, chaque plante se compose également de tissus (xylène, phloème, parenchyme, épiderme, etc.) d'une composition chimique plus ou moins définie. La ruine ou le tas de décombres ne révèle rien ou presque rien de la construction harmonique; les éléments reconnaissables s'y trouvent pêle-mêle; nombre d'entre eux ont été entièrement consumés par les injures du temps; la construction originale ne se comprend et ne se reconstruit qu'à partir de morceaux détachés, de restes de fondements et similaires. C'est pourquoi tous ceux qui s'occupent de l'étude de la houille sont obligés de faire appel aux restes des composants originaux des plantes (le plus souvent de dimensions microscopiques) pour se faire une idée de la nature des différents éléments de construction dont la composition a encore fortement évolué au cours des siècles.

En ce qui concerne la recherche chimique, les plus grandes difficultés résultent du fait que la houille est un conglomérat macromoléculaire qui empêche la séparation et l'épuration selon les procédés normaux appliqués dans les laboratoires (dissolution, cristallisation, distillation, chromatographie).

Les produits naturels tels que cellulose, amidon, caoutchouc, sont également macromoléculaires; ils ont pourtant l'avantage évident d'une construction uniforme d'éléments très simples. Une décomposition chimique prudente (hydrolyse, ozonolyse, etc.) permet de se faire une idée de la structure des morceaux. Sitôt que le squelette des pierres de construction devient plus compliqué et que la composition est d'une uniformité moins sévère, les matières de la nature vivante présentent aussi de grandes difficultés quant à la recherche de la structure; la lignine et, sous un certain rapport, les protéines en sont des exemples typiques.

Il est d'autant plus compréhensible que la structure de la houille, comme celle de la classe entière des acides humiques alliés à la houille, est en majeure partie enveloppée d'un brouillard et est toujours peu connue par le chimiste. Cependant, des contours commencent à se montrer dans ce brouillard et indiquent le chemin vers une notion plus définie de la structure.

Méthodes d'examen.

Le schéma 1 représente les différentes méthodes d'examen de la houille dans leur rapport mutuel.

L'examen géologique s'est développé en premier lieu. Le début de l'examen géologique systématique coïncide à peu près avec celui de la révolution industrielle, période au cours de laquelle la houille commençait à acquérir une importance technique. Peu après suivaient les premiers examens organico-chimiques de caractère principalement analytique.

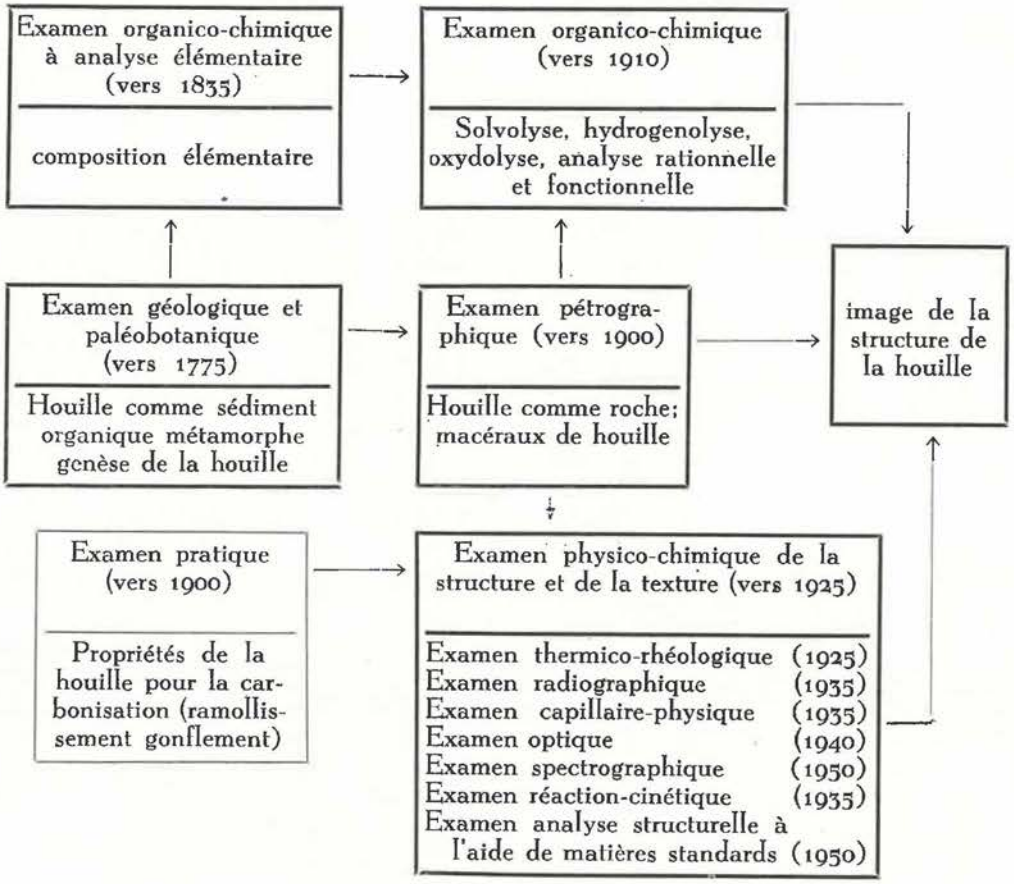
Il y a 125 ans, le français Regnault 1) établit le premier système de classification des houilles basé sur la composition chimique; c'est pourquoi on peut considérer 1837 plus ou moins comme l'année de naissance de la chimie de la houille. Dès ce moment nombre d'examinateurs se sont occupés de deux problèmes : la constitution de la houille et son utilisation. Vers 1900 a lieu la grande expansion des méthodes de recherches. La pétrographie systématique de la houille se développe à partir de l'examen géologique; dans le domaine organico-chimique, les

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

Schéma 1.

METHODES D'EXAMEN DE LA HOUILLE.

(Les dates indiquent le début de l'examen suivant la méthode susnommée).



différentes méthodes d'analyse « rationnelle » prennent de l'essor, alors que les besoins pratiques (fabrication de coke) de caractère provisoirement empirique donnent naissance à l'examen rhéologique. L'examen physico-chimique est appliqué après 1930.

L'origine de la houille.

Actuellement, on admet généralement que la houille s'est formée à partir de matières végétales. En majeure partie, ce sont les plantes supérieures qui ont fourni les matières de base bien que les organismes inférieurs tels que moisissures, algues et bactéries, aient également participé à la formation.

La houillification entière se divise en deux phases, savoir : la houillification biochimique et la houillification géochimique ou métamorphose.

La houillification biochimique.

Quand la matière végétale meurt, son avenir dépend des conditions locales. Elle peut se décomposer entièrement (minéralisation), pourrir (métahumification) ou se transformer en tourbe (humification).

Les facteurs qui jouent un rôle dans la houillification biochimique sont : le climat (température et humidité), la position du niveau d'eau, l'acidité de l'eau, la présence ou l'absence d'oxygène (potentiel rédox) et la présence ou non d'ions métalliques à action catalytique. Ce sont ces facteurs qui déterminent la nature de la microflore.

Il est plus ou moins évident que des bactéries ont participé à la première phase de la houillification. Presque toutes les espèces de matières organiques sont attaquées par des bactéries. Dans un milieu anaérobe, l'action des bactéries sur les matières organiques tend à la formation de produits finals qui sont relativement riches en carbone. La tolérance des bactéries vivantes pour une acidité déterminée varie fortement, savoir d'un pH de 4 à 10. Une partie des matières organiques décomposées peut avoir été convertie en substance cellulaire des bactéries. Comme les bactéries se caractérisent par un très grand nombre d'enzymes, leur présence exerce une influence catalytique sur presque toutes les réactions organiques connues. Il y a des bactéries qui enlèvent de l'hydrogène à des carbohydrates et à des composés analogues. D'autres accélèrent de façon catalytique l'oxydation de cet hydrogène moléculaire, tandis que quelques bactéries réduisent l'acide carbonique en méthane ou hydrogènent

des composés non-saturés. La chimie de la première phase de houillification est rendue extrêmement compliquée par la diversité des bactéries. 2).

Outre les facteurs oecologiques, c'est la nature des matières végétales qui est vraiment importante : le comportement des plantes (des parties de plantes) ligneuses diffère de celui des plantes (des parties de plantes) herbacées.

Nous nous occuperons d'abord de la houillification biologique proprement dite, savoir l'humification (à laquelle correspond plus ou moins le processus analogue pour les protéines et les graisses, savoir la saporification).

Seules, les parties de plantes les plus résistantes survivent au processus de la houillification : les parties les plus herbacées, par contre, presque toutes les protéines et tous les carbohydrates se trouvant dans les plantes, excepté la cellulose, se consument entièrement. Les tissus de bois et d'écorce, épidermes de feuilles, membranes de spores, résines et cires, sclérotium de moisissures et membranes des cellules des algues sont plus ou moins résistants.

Si, pendant cette humification, le niveau des eaux est tellement bas qu'il affleure la surface de la terre, les matières mortes qui s'enfoncent dans le sol mou arrivent dans un milieu où le courant, et par conséquent l'aération de l'eau, sont très faibles. Dans un tel milieu, l'oxygène de l'eau est rapidement consumé alors que les matières se momifient presque totalement. Dans les eaux plus ouvertes où l'alimentation d'oxygène est meilleure, beaucoup d'éléments de plantes seront entièrement rompus, entre autres, une grande partie de la cellulose du bois. Au fur et à mesure que les conditions favorisent la décomposition, il ne restera que les parties les plus résistantes, telles qu'épidermes de feuilles, membranes de spores, résines, cires et similaires. Par conséquent, les conditions de la houillification se déduisent plus ou moins de la nature de la houille. Moins on rencontre de structure ligneuse, plus les conditions dans le marais forestier ont été humides.

Pendant l'humification, les conditions soit de la végétation soit de l'humification elle-même peuvent se modifier. Quand, par exemple, une lagune ou un petit lac se transforme en tourbière, les conditions entraînent une humification « humide » qui se transforme en humification « sèche » quand l'eau se retire. Dans le lac qui s'est un peu desséché par suite de la régression de l'eau, une végétation forestière peut se produire et donner lieu à la formation de tourbe ligneuse. Dans ce cas, la végétation présente la succession suivante : végétation dans les eaux ouvertes (plantes aquatiques, plankton), végétation de rivage (plantes jonchères), végétation forestière (bois marécageux); les sédiments sont : boue humide, tourbe jonchère, tourbe forestière.

Cependant, la plupart des gisements de houille ne se sont pas formés dans des lagunes, mais prennent naissance par l'affaissement du sol. Le plus souvent, la formation de tourbe a commencé dans des conditions assez sèches alors que — après un certain temps — le sol a été inondé par immersion, ce qui a arrêté la formation de tourbe et permis le dépôt de sédiments. Parfois pourtant la formation de tourbe a débuté dans des conditions dites humides par le dépôt tout d'abord d'une couche de sapropèle sur laquelle s'est développée une végétation. La transformation en tourbe s'est terminée le plus souvent par l'inondation du sol.

Après la formation de sédiments pendant la période suivante, une nouvelle végétation a pu se former, suivie d'une nouvelle transformation en tourbe et enfin d'une nouvelle couche de houille. Si la vitesse de l'affaissement géosynclinal est faible, la formation de tourbe peut suivre l'affaissement tandis qu'une grande vitesse entraîne l'inondation complète. Ensuite il se produit une lutte de vitesse analogue entre l'affaissement et la sédimentation. Outre l'affaissement géosynclinal, c'est le « tassement » des sédiments qui joue un rôle. Le tassement des couches inférieures de tourbe est fort et accélère l'affaissement local. 3).

Nous devons donc nous attendre à ce que les conditions dans le marais changent généralement pendant la transformation en tourbe. C'est pourquoi la structure de la houille, vue sur l'épaisseur de la couche, représente des variations caractéristiques. Il s'ensuit que le profil de la composition est assez caractéristique.

La houillification géochimique.

Tous les produits qui se forment dans la phase de la houillification biochimique sont instables du point de vue thermodynamique par rapport au carbone, l'eau, l'acide carbonique et le méthane. Aussi est-il clair qu'une lente transformation en ces produits finals stables devrait se produire au cours des siècles.

Le temps seul est pourtant un facteur insuffisant bien qu'il s'agisse de millions d'années. Le grand bassin de Moscou qui prend naissance avant le Carbonifère prouve qu'avec le seul facteur temps, la houillification ne peut dépasser le stade de la formation de lignite. Le seul recouvrement de la couche de tourbe par un sédiment finit par aboutir à la formation de lignite et ne va pas au delà.

La houillification avancée est généralement due à d'autres facteurs.

Ce sont surtout les influences géothermiques qui sont primordiales. On sait que la température dans l'écorce terrestre augmente de 3°C en moyenne par 100 m. En considérant que les gisements de houille dans nos régions ont été recouverts d'une roche de plus de 5.000 m d'épaisseur, on peut facilement calculer que des températures de 150 à 200°C ont été normales et ont provoqué une houillification avancée.

De plus, on a trouvé des symptômes évidents de l'existence de plutones qui, durant des années, peuvent avoir augmenté le gradient géothermique. Ceci peut expliquer les différences remarquables du degré de houillification sur des distances assez grandes dans le même gisement.

Les pressions tectoniques donnant lieu à la formation de très grandes montagnes, ainsi que la température élevée résultant des forts affaissements

et refoulements, ont même entraîné la formation de charbons qui se composent presque totalement de carbone, savoir les anthracites graphitiques, par exemple dans les Alpes.

Les intrusions volcaniques n'ont eu qu'une faible influence locale aux environs immédiats de l'intrusion. Ceci peut provoquer le soi-disant métamorphisme de contact qui aboutit à la formation de houille, dont la houillification est avancée, ou même de coke naturel. Le métamorphisme de contact n'a pas joué un rôle dans la formation des gisements de houille normaux à grande étendue.

Microscopie de la houille. 4)

Parlons maintenant de la nature de la houille résultant des conditions de la houillification. Ce sont les résultats de la pétrographie de la houille qui le permettent. Le microscope nous permet de

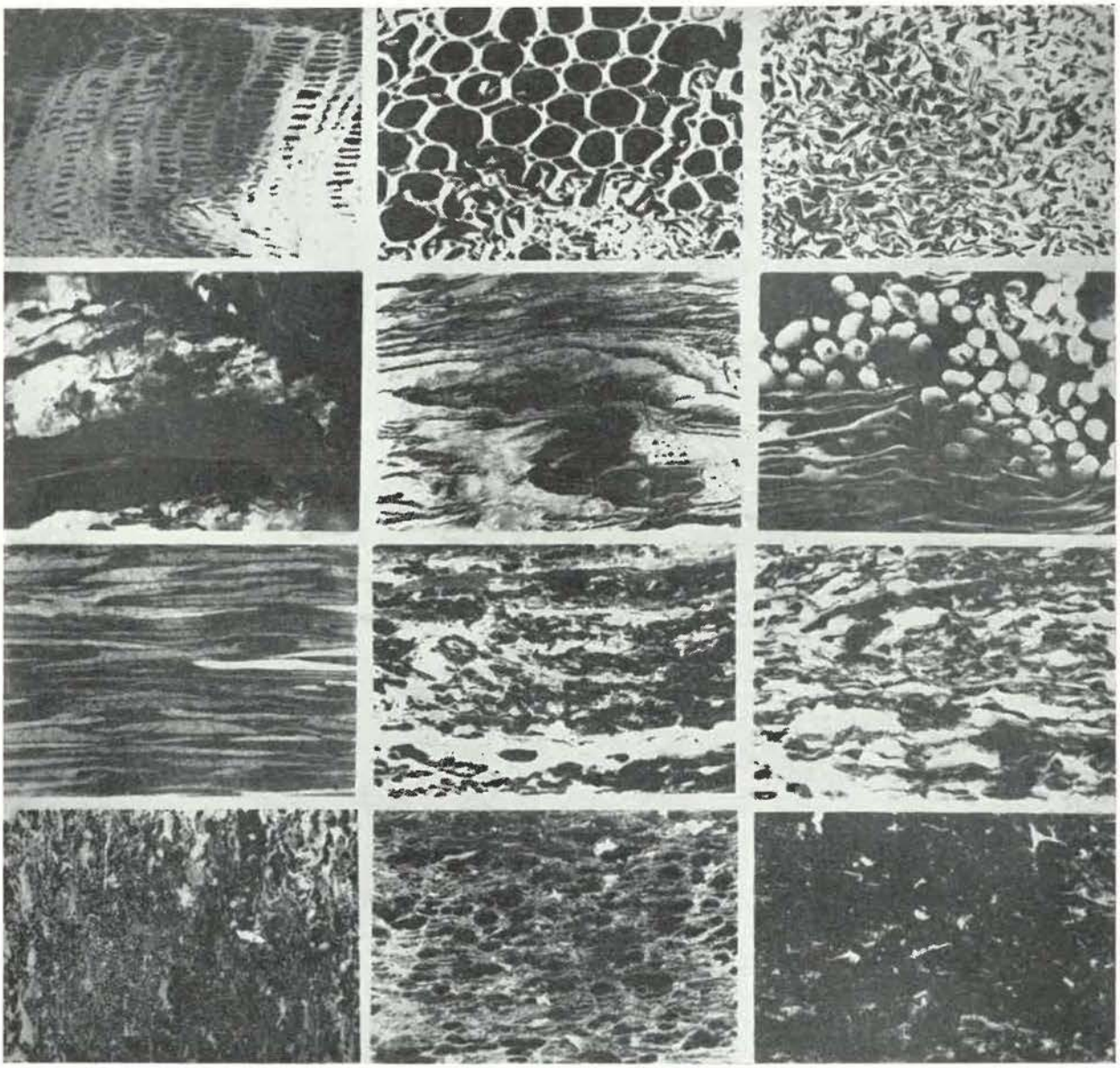


Fig. 1. — Microphotos d'échantillons de houille à surface polie à la lumière incidente.
(Photos extraites, avec l'accord de l'éditeur, de l'«Atlas für angewandte Steinkohlenpetrographie», Verlag Glückauf, Essen 1951).

A gauche : (de haut en bas) : vitrain (houille luisante) à structure de bois; durain (houille mate) à macrospore noire et à quantités brillantes de micrinite; petites couches de micrinite à granulation fine dans la masse fondamentale de vitrinite; houille-cannel (traces noires et micrinite brillant).

Au centre : (de haut en bas) : fusain (houille de bois fossile); clarain; durain avec beaucoup de micrinite; houille boghead.

A droite : (de haut en bas) : fusain de décomposition; sclérotes fossiles de moisissures; durain; houille boghead se composant presque totalement d'alginite.

tirer des conclusions d'une grande portée. Par analogie avec les minéraux, les composants que l'on peut distinguer dans l'image microscopique sont nommés macéraux. La houille peut être considérée comme une roche constituée de macéraux 5).

Une grande partie de la houille est formée de tissu de bois et de tissu d'écorce. La structure du bois est nettement reconnaissable dans le macéral fusinite (fig. 1) (*); une houille contenant beaucoup de fusinite s'appelle houille de bois fossile ou fusain. Etant donné que le fusain, pauvre en hydrogène, se présente déjà dans la tourbe et le lignite, on suppose que ce processus de houillification s'est accompli très rapidement d'une façon plus ou moins comparable avec la carbonisation de bois dans la préparation de charbon de bois. Il est probable qu'un processus biologique fortement exothermique, comparable à la fermentation du foin, a joué un rôle dans ce cas. Dans le fusinite, toutes les cavités cellulaires sont remplies d'air ou de matières minérales.

Lors du procédé normal de la houillification de tissu de bois et de tissu d'écorce, processus lent, il se forme dans le marais boisé une solution colloïdale d'acide humique qui imprègne toute la matière végétale. Il est probable qu'alors une partie de la cellulose du bois s'est désintégrée tandis que la lignine, matière de bois plus résistante, s'est accumulée au début et s'est convertie elle-même plus tard. Cette houillification et cette humification très graduelles et anaérobes ont abouti à la formation du macéral vitrinite qui est le composant principal de toutes les houilles luisantes. La forme extrême de ce vitrinite est la collinite qui ne montre aucune structure. Quand le vitrinite présente des structures cellulaires, le bois est entièrement imprégné de collinite : on parle alors de télinite (fig. 1).

Comme nous venons de le dire, les épidermes de feuilles, les membranes de spores, pollens et similaires sont encore plus résistants que le bois et l'écorce. Tout ce qui s'en retrouve dans la houille est nommé exinite (fig. 2), macéral constituant un des éléments principaux de ce qu'on appelle la houille mate ou durain.

Outre l'exinite, la houille mate contient encore un autre macéral en grande quantité, savoir le micrinite, masse parfaitement opaque qui donne lieu à une forte réflexion en lumière incidente. Il se présente sous deux formes : comme micrinite à granulation fine et comme micrinite massif. On n'a pas encore d'idée claire quant à la façon dont ce macéral s'est formé. C'est probablement un produit de houillification du bois qui a perdu sa structure en premier lieu.

Quelques macéraux spéciaux sont le résinite, résidu de cires et de résines de plantes, le sclérotinite, résidu des sclérotes des moisissures et l'alginite, résidu des algues. L'alginite est un composant principal d'une houille particulière, la houille Boghead, qui s'est formée de résidus d'algues d'eau douce (fig. 1).

(*) La figure 1 est empruntée avec l'accord de l'éditeur, à « L'Atlas für angewandte Steinkohlen-Petrographie ». (Verlag Glückauf, Essen 1951).

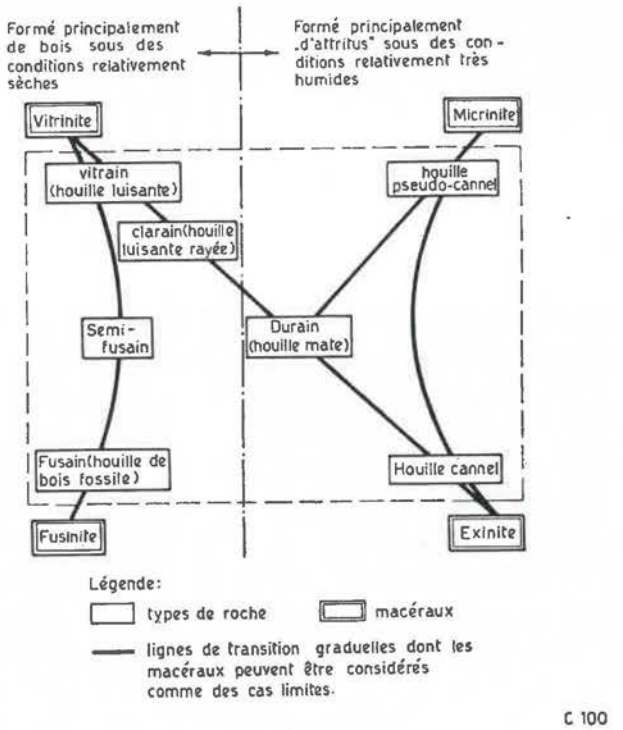


Fig. 2. — Rapport entre les types de roches et les macéraux de la houille.

La figure 2 donne les rapports entre les macéraux et les types de roche et montre leurs transitions graduelles.

La chimie du processus de la houillification.

Un moyen simple donne rapidement une vue générale de la marche des processus s'accomplissant

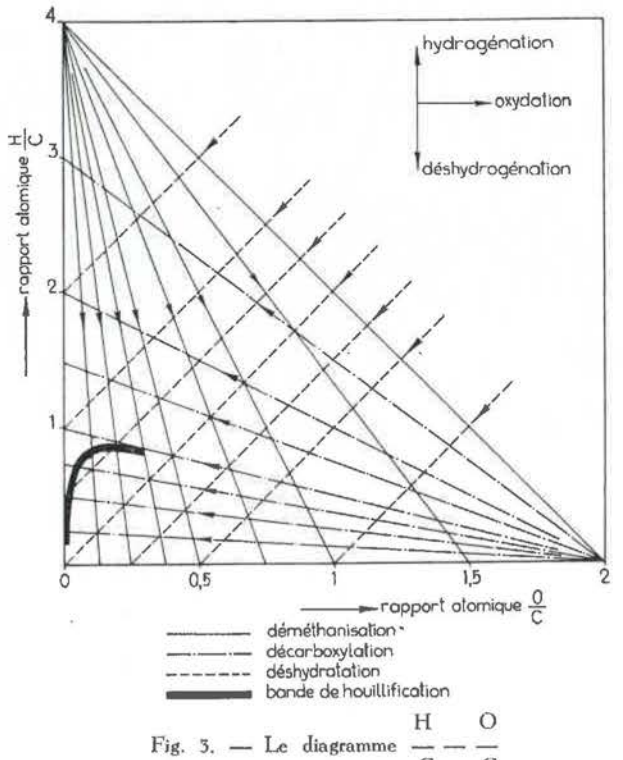


Fig. 3. — Le diagramme $\frac{H}{C} - \frac{O}{C}$

lors de la houillification : le diagramme des rapports atomaires H/C — O/C. 6) La houille se compose presque totalement des éléments : carbone, hydrogène et oxygène. La composition élémentaire peut être portée sur ledit diagramme sous forme de rapports atomaires. Tous les simples processus de réaction y sont reproduits par des lignes droites. La figure 3 montre les lignes indiquant l'élimination d'eau, de méthane et d'acide carbonique.

On peut donc représenter sur ce diagramme les compositions des parties résistantes des plantes : bois (cellulose et lignine), cires, résines, exines d'épidermes de feuilles et spores. Toutes ces matières sont déjà instables elles-mêmes, du point de vue thermodynamique, au carbone, à l'eau, à l'acide carbonique et au méthane. Elles seront donc soumises à des modifications qui reviennent toutes à

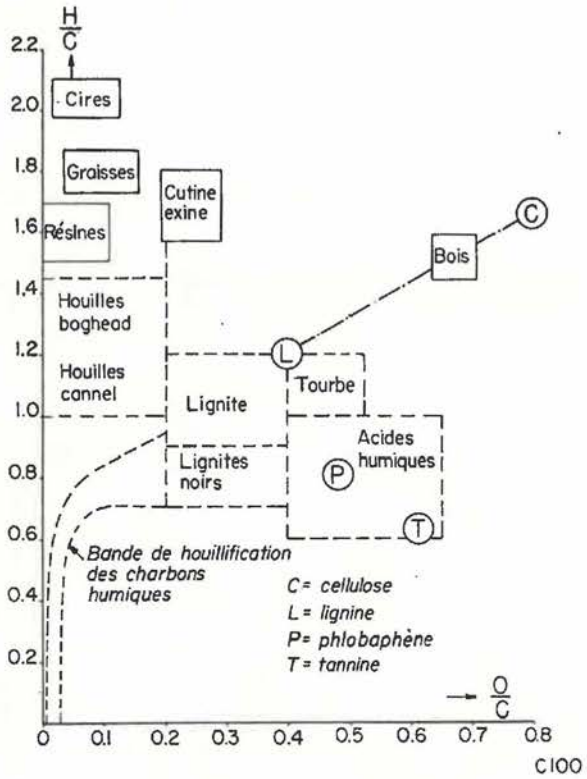


Fig. 4. — Produits de départ et produits finals de la houillification.

l'augmentation de la teneur en carbone avec élimination de méthane, d'eau et d'acide carbonique. Etudions successivement la formation des différentes matières sur ce diagramme. La figure 4 indique la position des compositions des produits de départ.

La formation de vitrinite.

Le tissu de bois et le tissu d'écorce se composent principalement de cellulose et de lignine. Comme nous venons de le remarquer, la cellulose est généralement moins résistante à la décomposition biochimique que la lignine. Il apparaît que, lors de la houillification biochimique de tissu ligneux, la transformation peut s'effectuer de deux façons extrêmes

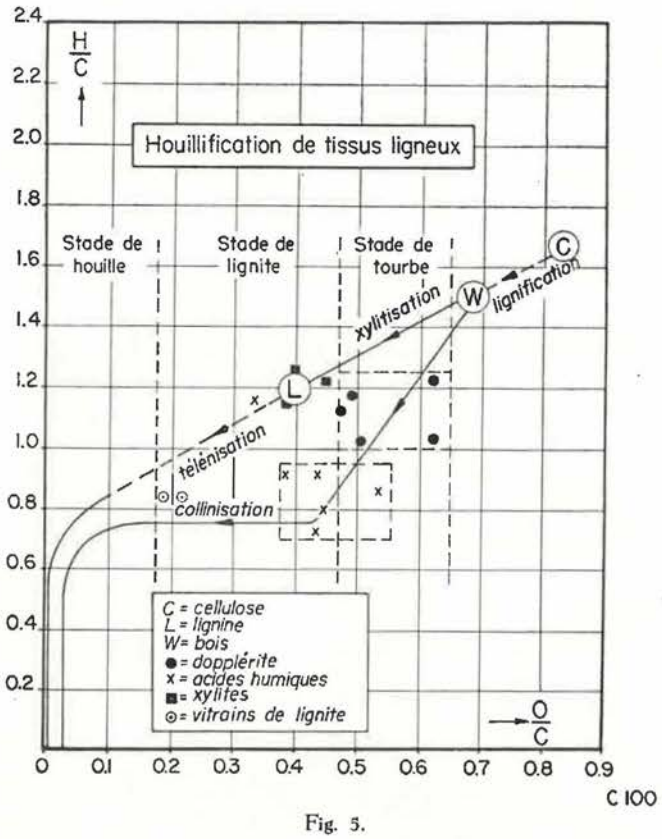


Fig. 5.

entre lesquelles il peut y avoir toutes sortes de formes intermédiaires (fig. 5).

Un processus consiste en la décomposition hydrolytique complète et la transformation en une solution colloïdale. Ce processus forme des acides humiques qui peuvent passer enfin à l'état de gel. Une forme geleuse connue des acides humiques dans le stade de la tourbe est la dopplérite qui a la composition moyenne de la tourbe. Il faut admettre que le collinite macéral s'est formé par cette dispersion colloïdale de l'eau.

Une tout autre manière de houillification consiste dans la fossilisation de bois qui forme le xylite connu, nommé également lignite ligneux, dont la composition moyenne correspond à celle de la lignine. Il faut donc admettre que, lors de la formation de xylite, la majeure partie de la cellulose a été enlevée par séparation hydrolytique. Il est probable qu'une houillification avancée de ce xylite aboutira enfin à la formation d'un vitrinite à structure ligneuse (télénite).

En général, ces deux processus ont été combinés, ce qui se manifeste du fait que la structure ligneuse de la houille dans le télénite est entièrement imprégnée de matières colloïdales.

La marche des trajets de houillification dans le diagramme nous fait constater que le chimisme de la houillification de tissu ligneux revient généralement à ce qui suit. La réaction primaire est une décomposition hydrolytique pendant laquelle une partie de la cellulose non-aromatique disparaît, tandis que la lignine aromatique perd ses groupes méthoxyliques. Ce processus primaire forme des acides humiques. La séparation avancée

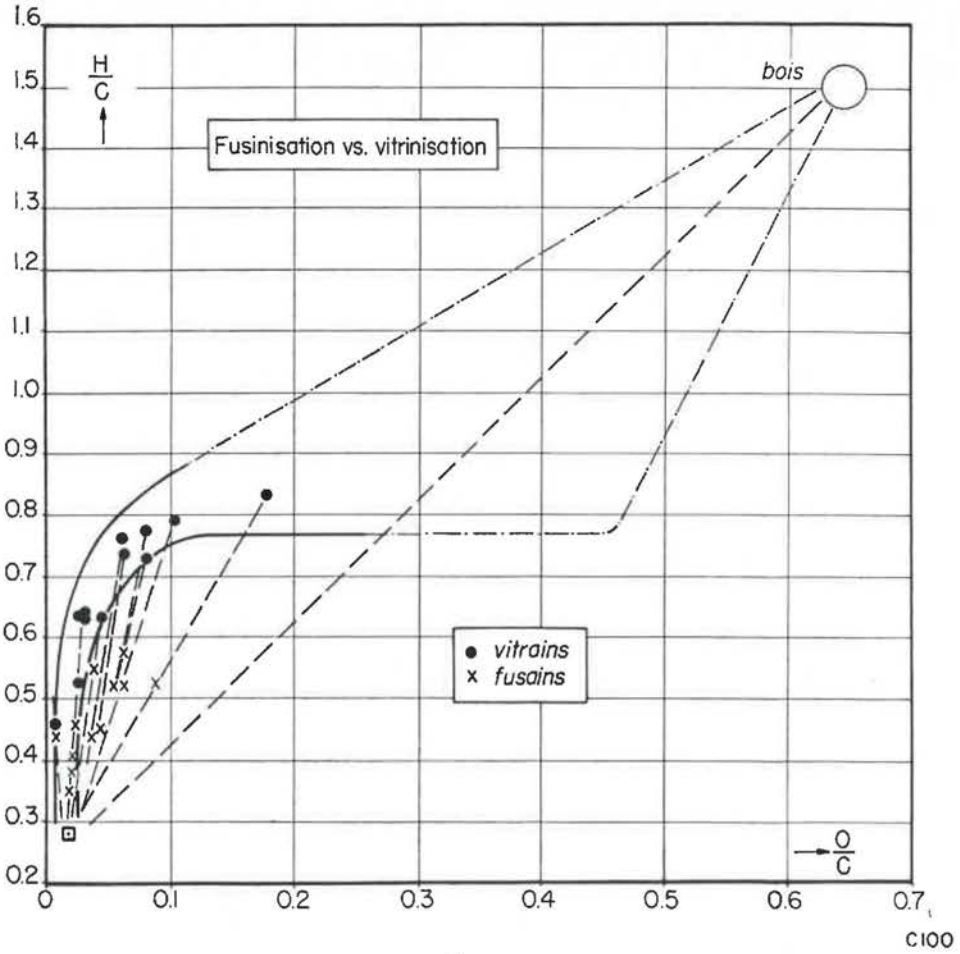


Fig. 6.

d'oxygène, en majeure partie par formation d'acide carbonique et d'eau, est dominée par le potentiel rédox.

Lors des stades ultérieurs, la réaction de houillification de tissu ligneux est reproduite sur le diagramme par une bande assez étroite, nommée bande de houillification. Le dégagement de méthane est plus net que celui d'acide carbonique. Pendant les derniers stades de la houillification, l'importance de l'élimination de méthane augmente constamment, alors que cette réaction est probablement accompagnée d'une condensation d'anneaux de carbone en structures graphytiques.

La formation de fusinite.

En 1936, Seyler 5) a supposé déjà que le fusain serait un stade intermédiaire entre le vitrinite et le fusinite macéral proprement dit, qui aurait une composition moyenne de 95,9 % de carbone, 2,23 % d'hydrogène et 1,9 % d'oxygène, donc un rapport H/C de 0,28. La figure 6 montre la composition de fusains et de vitrains provenant de mêmes couches de houille. En reliant les points, indiquant la composition de fusain, à ceux des vitrains correspondants, on obtient un faisceau de lignes convergentes qui se rencontrent, en effet, au rapport H/C de 0,28. Ceci confirme la supposition de Seyler. La même composition s'obtient quand des quantités équimoléculaires d'eau, de méthane et d'acide carbonique sont séparées de bois. Il sera clair que l'origine du fusain est vraiment due à une décomposition rapide au cours de laquelle une partie du produit se transforme directement au rapport H/C de 0,28, tandis que le reste est soumis à un processus de houillification assez normal, ce qui explique la présence de toutes sortes de formes intermédiaires entre le vitrinite et le fusinite.

La formation d'exinite.

La figure 7 représente le trajet indiquant la formation d'exinites. On voit que la composition chimique de cuticules, de membranes de spores et de tissu de liège se trouve entre celles des cires de plantes et de la lignine. Il est possible que ces matières soient des combinaisons d'alcools de cires et d'unités de lignine de la même façon que le bois se compose de complexes de lignine et de carbohydrates.

Cette opinion est soutenue par un examen récent de l'investigateur espagnol Ribas-Marguès 7) sur la composition chimique de liège, matière très alliée aux épidermes de feuilles. Ribas-Marguès a. démontré que le liège est une matière macromoléculaire qui, après décomposition hydrolytique, pro-

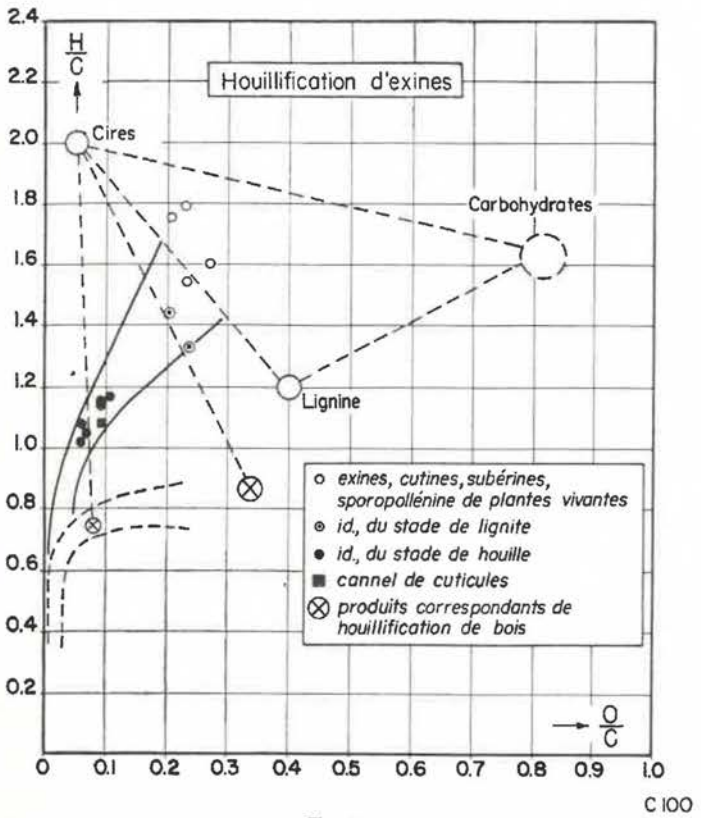


Fig. 7.

duit environ 25 % de lignine, 50 % de céroïdes et d'acides gras, 5 % de carbohydrates et 20 % de tannine.

La houillification se réalise d'une autre manière que celle du tissu ligneux mais, à la fin du stade de houille grasse, la différence de composition chimique entre le vitrinite d'une part et l'exinite d'autre part ne cesse pas de diminuer, phénomène que Schopf nommait « incorporation ». Dès ce stade, la difficulté de distinguer les deux composants par voie pétrographique va en augmentant.

La formation d'alginite.

Depuis les recherches de Bertrand et Renault 8), Thissen 9) et Stadnikoff 10), on suppose que la houille boghead et quelques espèces de la houille cannel se sont formées d'algues et de plankton contenant de la graisse. La matière originale se composait de protéine, carbohydrates, graisses et phytostérine. Lors du premier stade de la houillification, les protéines et les carbohydrates ont été décomposés entièrement. La figure 8 prouve que des alginites récents, tels que coörongite et balchasite, ont une composition chimique correspondant environ à celle de graisses. Une élimination de méthane, accompagnée à la rigueur d'une séparation d'eau et même d'hydrogène, permet aux alginites d'arriver enfin au stade d'anthracite.

L'origine de la résinite.

Comme les cires pures des plantes, les résines sont très résistantes. Il paraît même qu'au stade bitumineux de la houille, la composition élémentaire est presque la même que celle de la matière végétale originale. Il est possible que les résines présentent des réactions de polymérisation et d'aromatisation de sorte que la composition chimique de ces matières finira également par s'approcher de celle du vitrinite.

Conclusions sur l'origine de la houille.

En résumé nous pouvons tirer les conclusions suivantes. La houille s'est formée à partir de matières végétales. Le processus de la houillification se divise en deux phases principales : la biochimique et la géochimique. Dans la phase biochimique, ce sont les facteurs oecologiques et la nature des matières végétales qui jouent un rôle. Chaque élément caractéristique des plantes produit finalement un macéral typique dans la houille; au début, les macéraux ont une composition chimique très différente. Chaque macéral à sa houillification propre. Dans la phase géochimique, les transformations sont dues en particulier à des facteurs géothermiques. Lors de cette phase géochimique, les compositions des macéraux parcourent chacune un trajet très caractéristique jusqu'à l'obtention d'un rapport H/C de 0,6. Du point de vue chimique, tous les macéraux deviennent ensuite à peu près identiques l'un à l'autre, du moins en ce qui concerne leur composition élémentaire. Dès ce moment, ils sont plus difficiles à distinguer par voie microscopique (incorporation) (fig. 9). Par suite de très grandes forces tectoniques qui ont formé de grandes montagnes de plissement, la houillification peut s'accomplir jusqu'au stade de méta-anthracite et même de graphite.

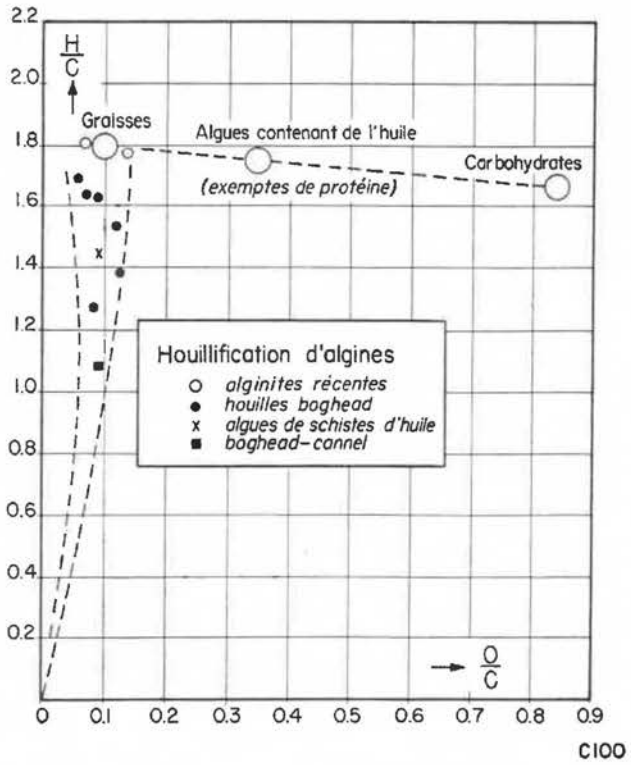


Fig. 8.

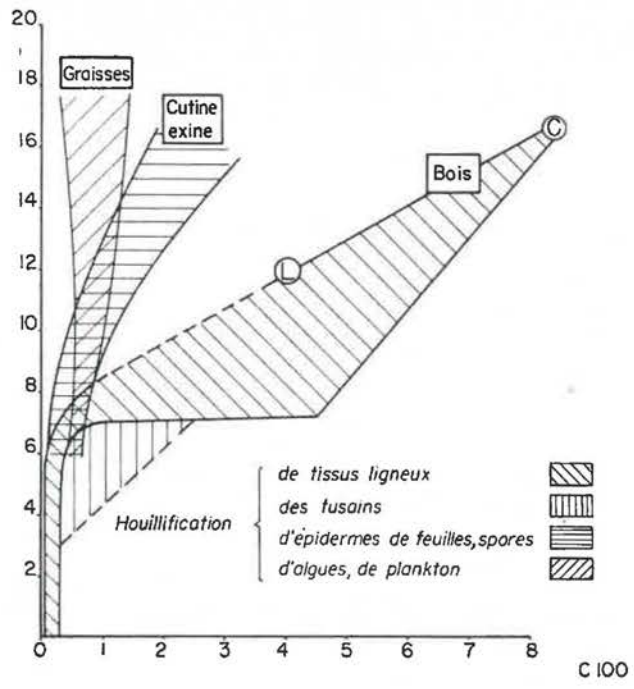


Fig. 9. — Vue schématique des différents types de houillification.

Après avoir étudié la genèse et le développement de la houille, la question se pose : que peut dire le chimiste de la structure chimique et physique de cette matière.

Ce sujet sera discuté dans la deuxième partie de cet article.

(à suivre)

BIBLIOGRAPHIE.

1) Regnault, V., Ann. de Chim. et Phys., 66, p. 337, Ann. Mines (3), 12, 161 (1837).
2) Zo Bell, C.E., Marine Microbiology, Waltham, Mass, 1946.
3) van der Heide, S., Steenkool, Bruinkool en Petroleum, Zutphen 1949.
4) Legraye, M., Les constituants des charbons, Thone, Liège 1932.
5) Seyler, C.A., Proc. S. Wales Inst. Engrs, 53, 254 (1938), 63, 213 (1948).
6) van Krevelen, D. W., Fuel, 29, 269 (1950).
7) Ribas-Marguès, I., Chimie Ind., 68, 333 (1952).
8) Renault, B., et Bertrand, C.E., Bull. Soc. de l'Ind. Minérale, 7, (3) 499 (1893).
9) Thiessen, R., U.S. Geol. Surv. Paper, 132, 121 Washington 1925.
10) Stadnikoff, G., Die Entstehung von Kohlen und Erdöl, Enke, Stuttgart 1930.

Protection des bâtiments contre les mouvements de terrains

Compte rendu de la Journée organisée par INICHAR, à Liège, le 2 avril 1954

INTRODUCTION

J. VENTER,

Directeur d'Inichar.

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière est un établissement public créé par la loi du 13 août 1947. Ses ressources proviennent d'un subside annuel de l'Etat et d'une cotisation à la tonne versée directement par les Charbonnages. Il est administré par un Conseil comportant des représentants de l'Etat, des représentants de la direction et du personnel des entreprises charbonnières et des hommes de science.

Son objet est le progrès de l'industrie charbonnière dans les domaines technique, social et professionnel et s'étend à la production minière, à l'utilisation des combustibles et à l'énergie. Inichar effectue ou fait effectuer des études et des travaux et octroie des subsides. Il possède un cadre technique et scientifique et des laboratoires.

Dans le domaine de la préparation mécanique des charbons, Inichar poursuit des études dans les triages-lavoirs des Charbonnages et dans son laboratoire. Celui-ci est actuellement établi, à petite échelle, dans un local de l'Université de Liège. Inichar a décidé de construire un grand laboratoire, dénommé « Station d'essais ». On y étudiera, à l'échelle semi-industrielle, tous les problèmes qui relèvent de la préparation mécanique du charbon, lavage, criblage, etc.

Inichar a acquis à cet effet un terrain de près d'un hectare, fort bien situé en bordure de la Meuse, à Ougrée.

Le problème posé aux constructeurs du bâtiment était assez compliqué. L'aménagement futur doit répondre à des conditions qui ne peuvent être précisées actuellement. On ne peut dire en effet quels seront les appareils à établir dans l'avenir et il y aura constamment des appareils nouveaux. Une chose certaine est la nécessité de disposer de moyens de manutention souples et puissants. Dans sa généralité, le problème de manutention consiste à pouvoir transporter d'un quelconque point de l'espace à un autre point de l'espace des quantités de matières (charbon brut, charbon lavé, stériles) avec un débit instantané de l'ordre de plusieurs dizaines de tonnes à l'heure. Il faut aussi prévoir des installations de stockage, fortement compartimentées et pouvant être aisément desservies.

Il faut pouvoir établir, en tous points de l'espace, des appareils dont certains seront relativement pondéreux. L'une des conditions imposées est de pouvoir construire aisément et rapidement, à tous les niveaux, des planchers susceptibles de porter une charge de 2 1/2 tonnes par m^2. Une autre condition essentielle est aussi la distribution des fluides qui seront mis en œuvre et par fluide il faut entendre l'eau, la vapeur, l'air comprimé, l'électricité, diverses espèces de gaz, des conduites à vide, des conduites d'aspiration de poussières, etc. Ces fluides devront pouvoir être amenés à tous les points de l'espace et les installations devront être telles qu'un fluide nouveau puisse être aisément ajouté à ceux qui sont actuellement prévus.

Ce sont ces considérations fondamentales qui ont dicté à l'architecte, M. Pirnay, les formes et les solutions générales à adopter et qui influencent évidemment la fondation. Il vous en parlera dans un instant.

Une autre sujétion résulte du fait que cette station est établie sur du terrain minier. Le gisement se trouvant sous la station n'est plus exploité actuellement; mais il le sera sans doute à nouveau dans l'avenir. D'autre part, la station se trouve à proximité immédiate de la limite de trois concessions et l'on sait que ce sont là des conditions particulièrement défavorables quant aux dégradations de surface.

Inichar a donc estimé nécessaire de construire ce bâtiment de façon telle qu'il puisse résister aux mouvements du sol dus aux exploitations minières. La solution apportée à ce problème particulier a fait l'objet d'une étude approfondie dont M. Lesage, Ingénieur Conseil, va vous exposer les grandes lignes.

EXPOSE GENERAL

L. PIRNAY,

Architecte.

M. Venter, Directeur d'Inichar, vient de vous signaler les exigences particulières posées aux constructeurs de la station d'essais du Grand-Bac, à Ougrée.

La solution apportée au problème des mouvements de terrains vous sera exposée tout à l'heure par M. Lesage, ingénieur-conseil.

Le terrain a la forme générale d'un trapèze dont la grande base de 150 mètres de longueur forme la façade à quai. Sa profondeur est de 80 mètres. Son niveau se trouve à 3,30 m sous celui du quai, à la cote 63,30 m. La partie en contrebas sera en partie remblayée pour former esplanade entre les bâtiments. Ceux-ci seront disposés en U ouvert vers la Meuse.

On n'érige actuellement qu'une partie des constructions, située dans la partie nord-ouest de la parcelle, c'est-à-dire à gauche et vers le fond du terrain quand on lui fait face en se trouvant sur le quai (fig. 1). L'ensemble des bâtiments comprendra : un hall d'essais d'une centaine de mètres de longueur sur 15 mètres de largeur utile et 15 mètres de hauteur libre, avec deux parties surélevées permettant certains dispositifs demandant une hauteur

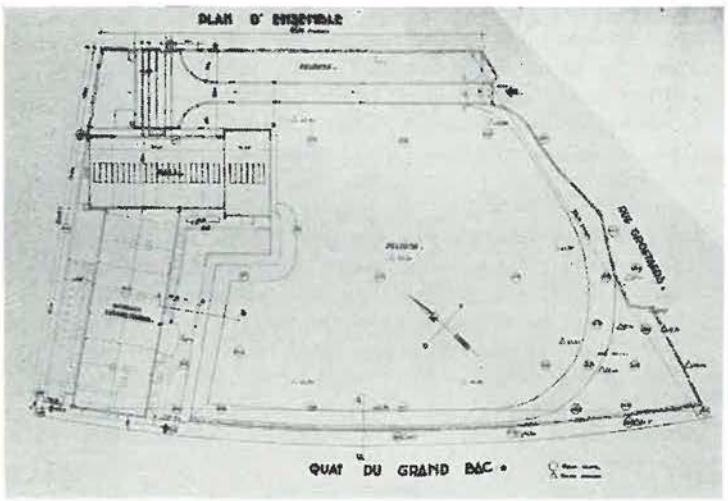


Fig. 1. — Plan d'ensemble - Terrain, bâtiment bureaux, laboratoires et hall - chemin de fer, les entrées.

plus grande, et deux bâtiments en retour devant former les ailes de l'U et qui recevront les bureaux, le laboratoire et services divers.

La partie actuellement en construction comporte :

a) un tronçon de 40 m de longueur, comprenant huit travées de 5 m, dont deux travées surélevées de 4 m par rapport aux précédentes. A l'extrémité opposée se trouve un groupe de sept silos en béton d'une contenance de 21 m³ chacun (fig. 2 coupe longitudinale);

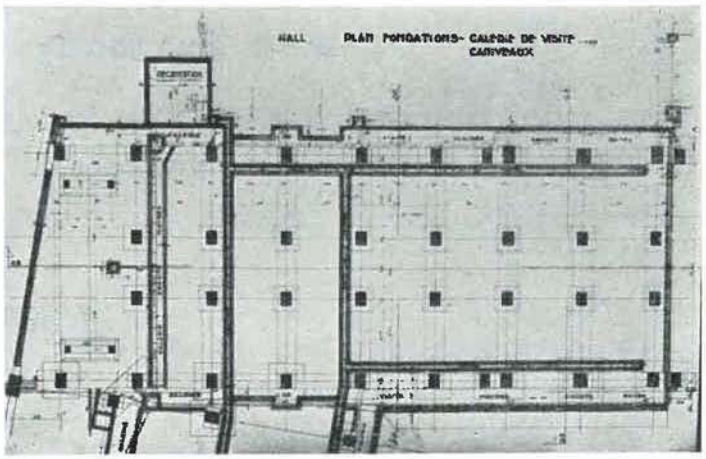


Fig. 2. — Fondations du hall - Galerie de visite du dispositif spécial de fondations et égoûts. Caniveaux et fosse de décantation.

b) l'aile en retour nord-ouest dont on ne construit actuellement que le sous-sol et le rez-de-chaussée (coupe fig. 3).

La manutention est un des éléments essentiels de la station. L'obligation de réaliser des débits instantanés de plusieurs dizaines de tonnes/heure d'un point quelconque de l'espace à un autre point quelconque a conduit à adopter un pont roulant pourvu

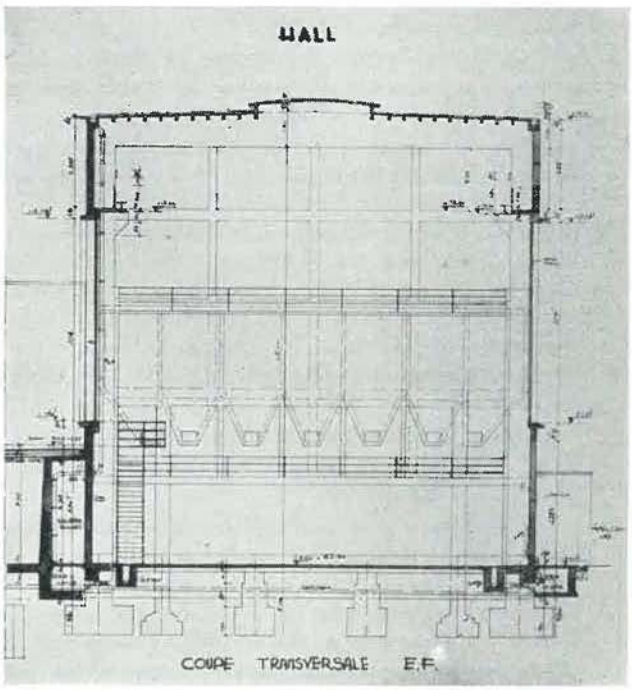


Fig. 3. — Coupe transversale du hall dans la partie normale. Galerie de visite des dispositifs de fondations : égoûts, caniveaux, fondation du mécano. Galerie des fluides. Passerelle du pont roulant. Lanterneau en béton translucide. Dans le fond, les silos.

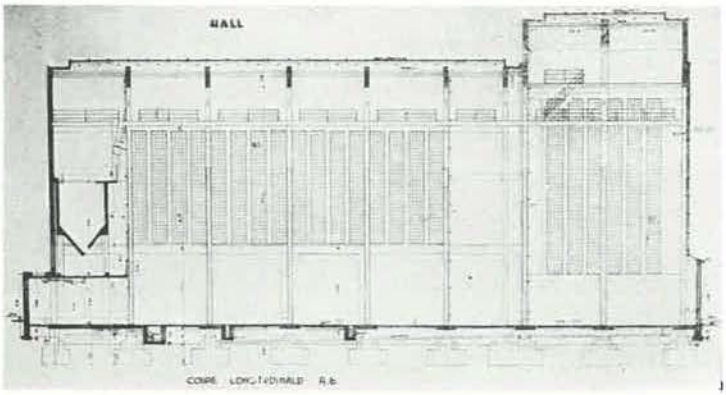


Fig. 4. — Coupe longitudinale du hall.
Baies en béton translucide et lanterneau en béton translucide.

de dispositifs spéciaux, et notamment de bennes de 5 m³. Celles-ci serviront à l'alimentation à partir des silos et permettront la pesée. Elles pourront être également alimentées à partir d'une série de logettes situées dans le sous-sol du bâtiment formant l'aile nord-ouest de la construction.

Un deuxième élément est la possibilité d'établir des appareils en tous points de l'espace. Il a été prévu un système spécial standardisé de poutrelles, dénommé « Mecano » et conçu de la façon suivante. Sur chacune des colonnes en béton des portiques à l'intérieur du hall est scellée une colonne métallique permettant de fixer d'autres pièces métalliques à des hauteurs variables. Au sol, on a établi une série de dés de fondation en béton, disposés en réseau carré, pourvus d'un dispositif d'ancrage permettant de dresser les poutrelles métalliques (fig. 4). Il sera, de cette façon, possible de construire un plancher métallique à une hauteur et à un endroit quelconques au moyen des pièces métalliques dont la construction a été standardisée et les assemblages préparés.

Un autre élément fondamental est la nécessité d'amener de nombreux fluides également en des points quelconques de l'espace. Bien entendu, des conduites maîtresses doivent être placées à poste fixe, mais il faut aussi que l'on puisse ajouter à tout moment des fluides nouveaux. Toutes les canalisations sont groupées dans des galeries dites « des fluides », régnant latéralement et à la base des bâtiments. C'est à partir de ces galeries que seront établies les canalisations volantes ou définitives devant desservir les divers appareils (fig. 3, 4, 5 et 6).

On peut aussi considérer comme un des éléments fondamentaux la possibilité d'un nettoyage aisé. Dans une station d'essais de l'espèce où l'on étudiera le traitement mécanique du charbon, en dépit des dispositifs spéciaux d'aspiration qui sont prévus, il est hors de doute que l'empoussiérage sera considérable. L'aire du bâtiment sera souillée par les eaux boueuses et les poussières charbonneuses couvriront les parois et surfaces éclairantes.

L'éclairement a été réalisé par des panneaux en béton translucide, pouvant être, comme les murs eux mêmes, lavés à la lance extérieurement et intérieurement. Le corollaire obligé est une évacuation aisée des eaux de lavage par des caniveaux ad hoc. Le réseau de ceux-ci a été combiné avec celui des galeries de fluides se trouvant nécessairement à un niveau assez bas. Cette circonstance a été également mise à profit pour réaliser la visite du dispositif spécial de fondation qui vous sera décrit dans quelques instants (fig. 3, 4, 5 et 6).

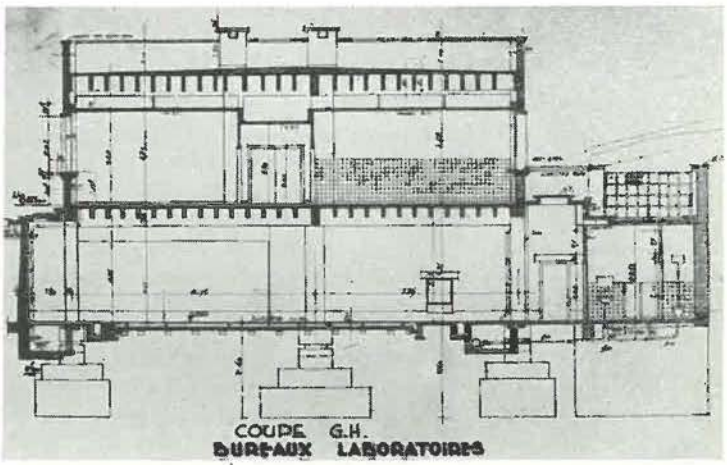


Fig. 6. — Coupe à travers le bâtiment des bureaux et laboratoires. Galerie de visite — Caniveaux — Transbordeur — Galerie des fluides. — Les laboratoires. Remarques : La galerie centrale au-dessus du couloir du rez-de-chaussée pour gaine du conditionnement et accès des faux plafonds pour entretien et installation des diverses canalisations.

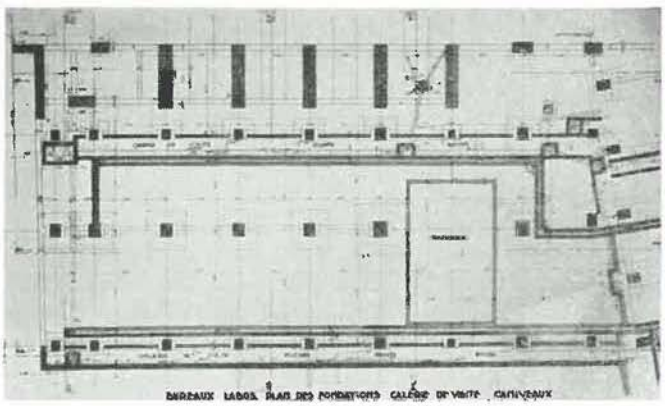


Fig. 5. — Fondations du bâtiment bureaux et laboratoires. Galerie de visite du dispositif spécial de fondation, égoûts, caniveaux, emplacement du transbordeur.

Enfin, je vous signalerai que, pour cette même question de fondation, le bâtiment a dû être découpé en tronçons de dimensions réduites, ce qui a également compliqué l'architecture.

Quant à la partie architecturale, Inichar étant un organisme national et bien qu'il s'agisse de bâtiments industriels, j'ai cru devoir donner à l'ensemble un caractère monumental (fig. 7).

Le plan était le générateur, les façades en découlent normalement. J'ai accusé nettement les parties élargies et surélevées du hall et les seuls éléments décoratifs seront les deux groupes de statues représentant des allégories ayant trait à l'industrie char-

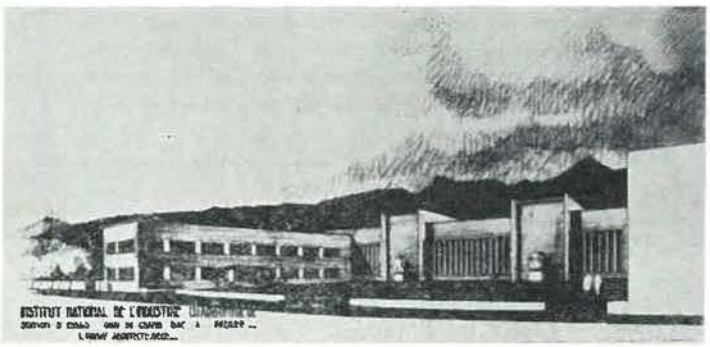


Fig. 7. — Perspective - Vue du quai.

bonnière. J'ai aussi accusé l'entrée des bureaux et laboratoires par un auvent.

Du point de vue construction, comme je vous l'ai déjà indiqué, les bâtiments sont à ossature en béton armé avec galandage en briques de schiste houiller, rejointoyées en noir. Le soubassement est en petit granit et les cadres des baies, la dalle de l'auvent et les flasques du hall élargi sont en stuc blanc. Les baies du hall sont en béton translucide à dalles doubles, et les baies du bâtiment laboratoire sont garnies de châssis métalliques, le tout visant à réaliser un ensemble à la fois léger et majestueux.

ETUDE DES FONDATIONS

G. LESAGE,

Ingénieur-Conseil A.I.Lg. Constr. Civ. 1954.

La Direction d'Inichar a tenu à attirer l'attention sur la construction dont Monsieur Pirnay vient de vous fixer les caractéristiques générales.

Cette construction est établie dans une région charbonnière soumise à l'influence des mouvements miniers et, si l'on tient compte de la charge importante que constituent pour les charbonnages les réparations des dégâts provoqués par les mouvements miniers dans les constructions de surface, on comprendra aisément que c'était faire œuvre utile de la part d'Inichar que de faire contribuer cette station d'essais à la recherche des meilleures conditions pour soustraire les bâtiments aux influences des mouvements miniers ou tout au moins pour réduire leurs effets trop souvent désastreux sur les bâtiments.

Les dispositions spéciales adoptées pour les fondations constituent la solution, non pas idéale, mais, après examen de plusieurs autres, la plus logique et la plus économique pour réduire au maximum possible les effets des mouvements miniers. Une telle solution ne peut se targuer d'être sans reproches. Des mises au point s'avèreront probablement nécessaires et les suggestions et observations constructives seront toujours accueillies avec gratitude.

Avant d'entrer dans la description des fondations, je me permettrai de rappeler succinctement où en est l'état actuel de nos connaissances au sujet des mouvements miniers. Je n'ai pas l'intention de m'étendre longuement sur ce chapitre, mais m'en tiendrai seulement aux effets de surface, dans le but d'expliquer les raisons qui m'ont incité à proposer la solution adoptée.

La théorie de la cuvette de Lehmann explique parfaitement la nature des mouvements de terrain qui se développent à la surface. J'extrais d'un article de Monsieur le Professeur Denoël qui expose succinctement le contenu d'un ouvrage du Docteur Niemczyk d'Aix-la-Chapelle (1), un schéma donnant le profil du terrain affaissé (fig. 8). Suivant cette théorie, chaque point de la surface du sol influencée par la zone exploitée descend suivant une trajectoire oblique par rapport à la verticale, l'obliquité de cette trajectoire variant d'un point à l'autre, de sorte que l'allure générale de la zone affaissée a la forme d'une cuvette.

Les composantes verticale et horizontale de ce déplacement ayant des effets différents sur les constructions érigées en surface, nous les examinerons séparément.

Tout d'abord, à charge de la composante verticale, nous noterons :

1) les affaissements verticaux d'ensemble du terrain;
2) les inclinaisons de la surface du sol;
3) les courbures de cette surface.

Les affaissements verticaux de la surface du sol ne provoquent pas par eux-mêmes des dégâts dans les constructions. Tout au plus peuvent-ils modifier l'allure générale d'une voirie en influençant les pentes des filets d'eau et des canalisations d'égoûts. Il est bien entendu qu'il n'est pas question de se prémunir contre un effondrement local du terrain, ce phénomène devant être classé dans la catégorie des accidents généralement imprévisibles. En ce qui concerne une construction, la modification de son niveau de base est généralement sans importance, pour autant toutefois que la nappe aquifère ne soit pas trop voisine du niveau inférieur utilisable. C'est là une question qu'il est possible d'examiner au moment de la construction, en prévoyant une marge de sécurité suffisante entre le niveau inférieur utilisé dans la construction (en général les caves) et le niveau de la nappe aquifère. Nous ne nous attarderons pas sur ce sujet.

Une inclinaison d'un bâtiment, conséquence d'une inclinaison de la surface du sol, peut causer des inconvénients, au point de vue du confort dans les constructions par exemple, mais non pas créer des dégâts réels ni des fissures. Ce seront en général les menuiseries intérieures, portes et châssis

(1) Annales des Mines de Belgique - mars 1951, pp. 278-303.

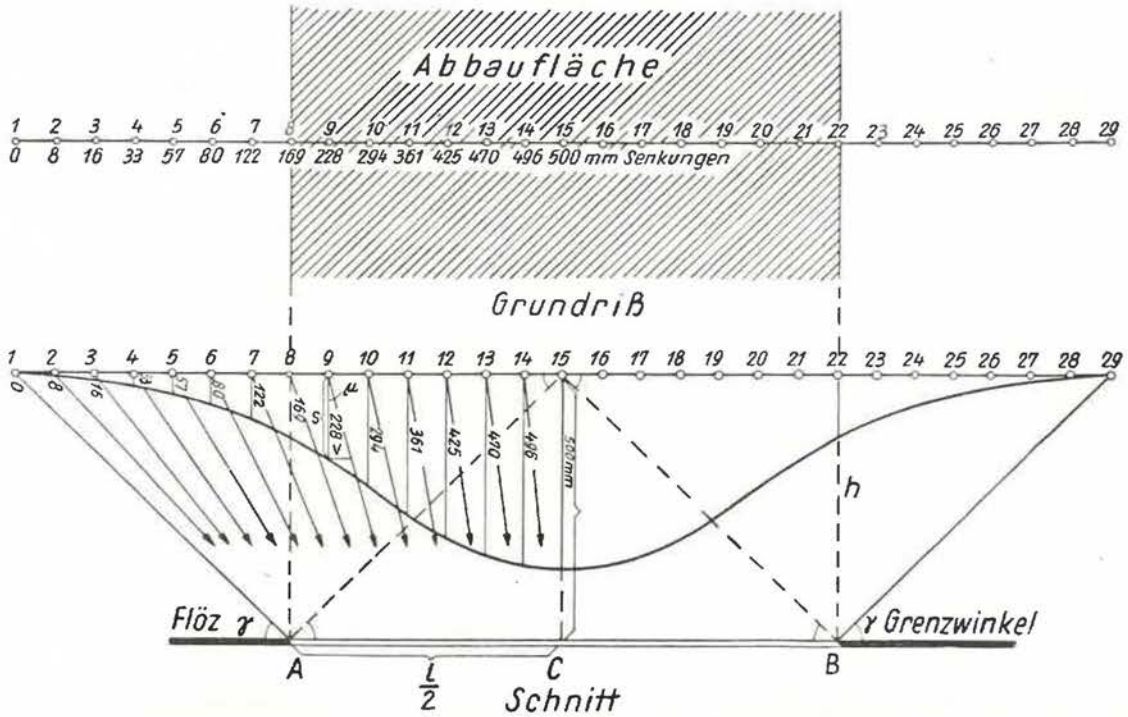


Fig. 8. — Formation de la cuvette : I. Affaissements.
Abbaufläche : aire exploitée; Grundriss : plan; Schnitt : coupe;
Flöz : couche; Grenzwinkel : angle limite.

de fenêtres, qui déséquilibrées, auront tendance, soit à s'ouvrir, soit à se fermer seules. Pour autant que les inclinaisons ne soient pas exagérées, ce sont là des inconvénients mineurs auxquels il n'est pas spécialement onéreux de remédier quand besoin en est. Toutefois, je signale que la solution adoptée pour la construction qui fait l'objet de cette réunion permettrait de remédier à cet inconvénient.

Tout différents sont les effets des courbures dans la surface du sol. Ceux-ci peuvent être graves. En effet, si trois points voisins de l'assise d'une construction subissent des déplacements verticaux non proportionnels, il est certain que ces mouvements auront un effet sur la construction. Si le bâtiment est déformable, comme c'est le cas pour un hall métallique à galandages de tôle ondulée, les effets de la déformation seront généralement sans influence sur l'utilisation du bâtiment. Les profils métalliques comparés aux éléments monolithiques de béton armé ou de maçonneries se prêtent en effet beaucoup plus souplement aux déformations. S'il ne sont pas déformables, des fissures se marqueront dès que les déformations provoqueront des tensions de traction supérieures aux possibilités du matériau.

Notons que ce n'est naturellement pas une solution que de construire en ossature métallique si les remplissages des panneaux se font en maçonneries, car la déformation des panneaux provoquerait la fissuration des maçonneries de remplissage.

Considérons, pour fixer les idées, un bâtiment à ossature édifié sur un terrain qui s'incurve et voyons les effets de cette courbure sur le bâtiment. On sent tout de suite que la déformation des panneaux va provoquer des ruptures dans les angles des cadres, là où les tensions de traction dues aux moments de flexion parasites sont maxima, c'est-à-dire surtout dans les angles des panneaux d'extrémité. Les phénomènes seront semblables dans un bâtiment en maçonnerie, les ruptures étant surtout importantes aux angles des baies d'extrémité. On remarque également que les dégâts seront d'autant plus importants que l'affaissement relatif du point central de la construction par rapport aux points extrêmes augmentera. Ce n'est donc pas l'affaissement absolu du sol qui est grave mais bien la courbe des affaissements relatifs sur la longueur du bâtiment.

La conclusion s'en déduit immédiatement. Construisons des bâtiments courts, c'est-à-dire dimensions transversales aussi réduites que possible. L'affaissement relatif des divers points, dû à la courbure du sol, sera d'autant plus faible. Nous scinderons donc les bâtiments en tronçons par des joints complets, suffisamment rapprochés, en laissant à ces joints une ouverture suffisante pour que les différents tronçons puissent s'incliner l'un vers l'autre sans entrer en contact.

Nous pouvons d'ailleurs pousser plus loin dans cette voie. En effet, si chaque tronçon ne possédait que deux points d'appui, il est certain qu'aucune influence de la courbure du terrain ne se ferait sentir sur le bâtiment. Bien entendu, nous examinons ici un problème à deux dimensions, qui ne reste sensé que si la cuvette, et dès lors la courbure du terrain, restent semblables dans des plans parallèles au plan considéré. Quoi qu'il en soit, ceci fournit le principe de la solution idéale pour éviter tout dégât minier à un bâtiment considéré suivant ses trois dimensions. C'est la solution de la construction à trois points d'appui, analogue à

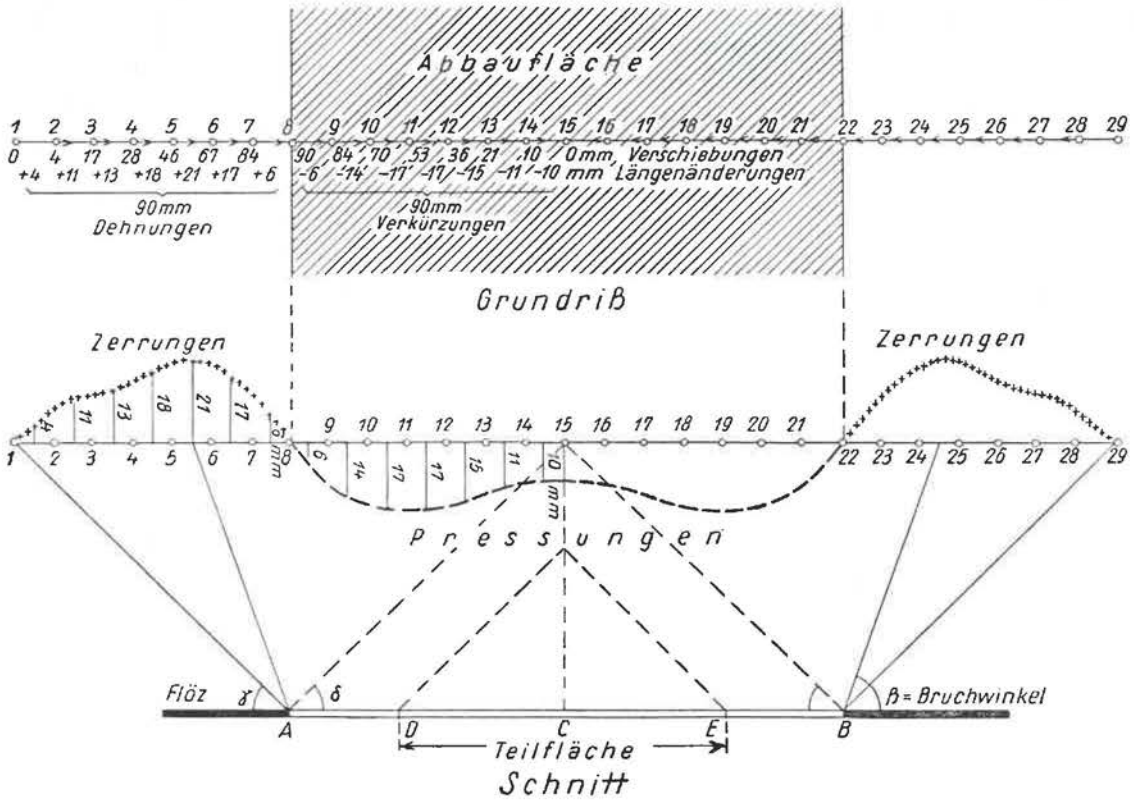


Fig. 9. — Formation de la cuvette : II. Pressions et tensions. Dehnungen : allongements; Verkürzungen : raccourcissements; Verschiebungen : glissements; Längenänderungen : variations de longueur; Zerrungen : tensions; Pressungen : pressions; Teilfläche : aire partielle.

une table à trois pieds, toujours stable quels que soient les déplacements verticaux de chacun de ces pieds.

La solution des deux points d'appui a été appliquée à une des parties de la construction d'Ougrée, à savoir : au groupe des silos à charbon, à l'intérieur du hall d'essai. Cet ensemble de silos de 15 m de longueur repose sur quatre colonnes appuyées sur deux semelles de fondation (fig. 4 et 5).

Malheureusement cette solution, bien qu'ayant reçu des applications plus importantes que celle que nous venons de citer, est en général onéreuse et ne peut être envisagée que pour des constructions dont les dimensions transversales sont réduites. Nous retiendrons cependant de cet examen que seuls les affaissements relatifs des différents points d'une construction entrent en ligne de compte et la nécessité de réduire autant que possible les dimensions transversales des constructions ou parties de construction.

Notons en passant que d'autres phénomènes peuvent produire des effets semblables à ceux des affaissements dus aux travaux miniers, surtout lorsqu'il s'agit d'un bâtiment à ossature. J'entends par là les tassements variables qui peuvent se produire sous les assises des colonnes dans les cas où celles-ci ne sont pas correctement proportionnées d'après les charges des colonnes ou lorsqu'un point dur dans le terrain réduit le tassement d'une ou de plusieurs colonnes par rapport aux autres.

Passons maintenant en revue les effets des mouvements horizontaux du terrain.

Nous noterons d'abord les déplacements d'ensemble dans le sens horizontal de tous les points d'une surface de terrain et, en second lieu, les extensions et les compressions de cette surface. Le diagramme établi par le Docteur Niemczyk figure la répartition des extensions et des compressions le long du profil de la cuvette (fig. 9).

De même que pour les affaissements d'ensemble, les déplacements horizontaux d'ensemble de tous les points de l'assise d'un bâtiment sont sans influence sur celui-ci.

Par contre, les mouvements horizontaux relatifs des différents points de l'assise, qui se traduisent par des extensions ou des compressions de la surface d'assise, sont à retenir d'une manière spéciale. Ils paraissent être les plus importants au point de vue des dégâts provoqués dans les constructions.

Ils sont moins importants en valeur absolue que les affaissements verticaux mais, sur l'étendue restreinte d'une construction, les variations de longueur totale de l'assise d'un bâtiment sont du même ordre de grandeur, voire plus importantes que les écarts entre les affaissements des divers points d'une assise. Ces extensions ou compressions dans la surface d'assise créent des tensions de traction ou de compression dans la partie inférieure des constructions. Il est certain que, si l'infrastructure du bâtiment n'est pas rigidement constituée, ces tensions vont provoquer, soit le déchirement, soit l'écrasement de l'ouvrage.

Pour peu que l'on soit averti de la question, on peut remarquer, dans les régions spécialement sujet-

tes aux mouvements du terrain, les innombrables fissures dues à ce phénomène et souvent mises à charge, à tort, des affaissements verticaux. J'ai extrait d'un article paru dans les Annales des Mines (1), deux photographies particulièrement sug-

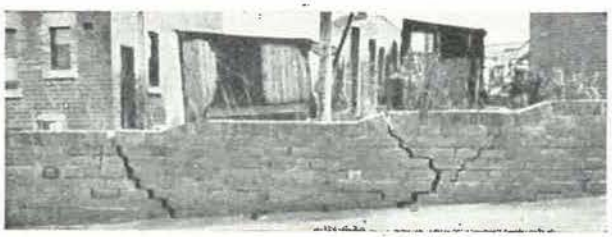


Fig. 10. — Lézardes dans un mur de jardin causées par de fortes tensions horizontales.

gestives de phénomènes créés par ces tensions de traction et de compression. La première (fig. 10) est relative à un mur de jardin que l'on voit complètement déchiré par les tensions de traction, la seconde (fig. 11) montre une conduite à gaz en acier refoulée hors du sol par des tensions de compression.

Fig. 11. — Importantes conduites à gaz en acier poussées hors du sol par compression horizontale.

On s'est longtemps contenté, pour parer à ces accidents, de placer sous les murs des bâtiments des poutres, généralement en béton armé, ayant pour but de résister aux efforts de traction ou de compression. Dans le cas des bâtiments à ossature, les pieds des colonnes étaient entretoisés. Ce n'est généralement pas suffisant. En effet, ces poutres sont disposées dans les deux sens définis par la direction des murs ou des colonnes, généralement orthogonaux. Or, les directions des résultantes des efforts de traction ou de compression sont généralement quelconques par rapport aux directions des murs en colonnes. Les poutres, de faible raideur transversale, sont incapables de résister par flexion à ces sollicitations. Il en résulte (fig. 12) une déformation générale de la surface de base provoquant des ruptures dans le bâtiment, des inclinaisons parfois dangereuses dans les murs, surtout si les planchers sont monolithiques et donc quasi indéformables. De telles inclinaisons de murs sont souvent mises à charge également des affaissements verti-

(1) « Affaissements du sol - Effets sur les maisons modestes » National Buildings Studies, Sp. Rep. 12 - Ministry of Works - Trad. rés. par L. Denoël, dans A.M.B., 1952, n° 1, p. 53/57.

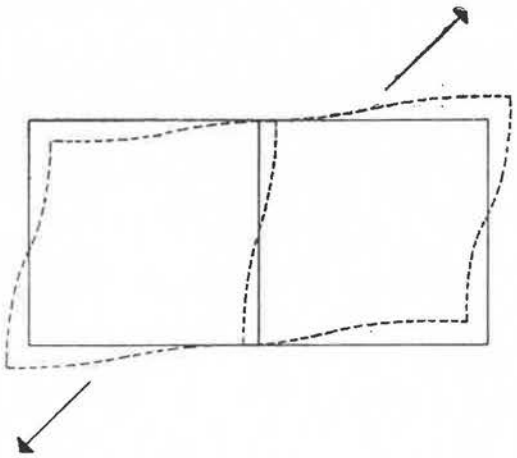


Fig. 12.

caux. Notons en outre que ces poutres sont souvent, surtout pour des constructions modestes, prévues au petit bonheur, sans calcul suffisant des efforts qui peuvent les solliciter et qu'elles ne résistent pas toujours à ces efforts.

Il ne faut pas en effet sous-estimer l'importance des efforts qui sollicitent la partie inférieure des constructions, par suite des mouvements horizontaux du terrain. On peut en gros les évaluer *à un tiers environ* du poids total de la construction. En effet, l'effort horizontal qui s'exerce sur 1 m² de contact de la construction avec le sol est au maximum égal au produit de la charge s'exerçant sur cette surface par le coefficient de frottement assise-sol, coefficient souvent voisin de 0,7. Le bâtiment, sollicité par ces efforts horizontaux, se déplacera, puis se stabilisera dans une position telle que la résultante des efforts sur une partie de l'assise soit égale et opposée à la résultante des efforts sur l'autre partie. Ces deux résultantes vaudront à ce moment environ 70 % de la moitié du poids du bâtiment, soit environ 35 % du poids total. On imagine sans peine les redoutables effets de telles sollicitations horizontales, surtout lorsqu'elles agissent dans des directions quelconques par rapport à la direction des entretoises.

La solution préconisée à juste titre, semble-t-il, par le Docteur Niemczyk de la Technische Hochschule Aachen, est de disposer sur toute l'étendue de l'assise des bâtiments une dalle en béton armé, d'épaisseur relativement faible, reliant dans tous les sens les pieds de tous les murs portants. Cette dalle doit être armée pour lui permettre de résister dans tous les sens, en traction et en compression, à un effort égal au tiers du poids total du bâtiment. Il conseille également d'étendre sous la dalle une couche de sable à gros grains ou de gravillon pour uniformiser et réduire le coefficient de frottement.

Cette solution est parfaite en ce qui concerne les mouvements horizontaux sollicitant les maisons modestes. Elle devient rapidement très onéreuse à partir du moment où l'importance du bâtiment s'accroît, par suite de l'augmentation des efforts à reprendre, proportionnels au poids du bâtiment. En outre, les constructions importantes sont en général établies sur colonnes et les charges locales

tes aux mouvements du terrain, les innombrables fissures dues à ce phénomène et souvent mises à charge, à tort, des affaissements verticaux. J'ai extrait d'un article paru dans les Annales des Mines (1), deux photographies particulièrement sug-

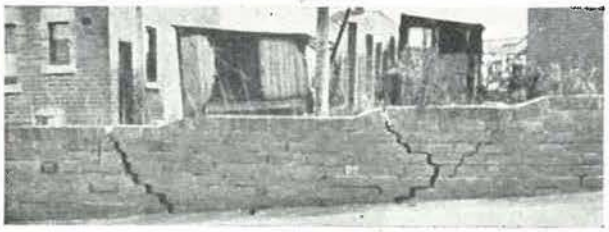


Fig. 10. — Lézardes dans un mur de jardin causées par de fortes tensions horizontales.

gestives de phénomènes créés par ces tensions de traction et de compression. La première (fig. 10) est relative à un mur de jardin que l'on voit complètement déchiré par les tensions de traction, la seconde (fig. 11) montre une conduite à gaz en acier refoulée hors du sol par des tensions de compression.

Fig. 11. — Importantes conduites à gaz en acier poussées hors du sol par compression horizontale.

On s'est longtemps contenté, pour parer à ces accidents, de placer sous les murs des bâtiments des poutres, généralement en béton armé, ayant pour but de résister aux efforts de traction ou de compression. Dans le cas des bâtiments à ossature, les pieds des colonnes étaient entretoisés. Ce n'est généralement pas suffisant. En effet, ces poutres sont disposées dans les deux sens définis par la direction des murs ou des colonnes, généralement orthogonaux. Or, les directions des résultantes des efforts de traction ou de compression sont généralement quelconques par rapport aux directions des murs en colonnes. Les poutres, de faible raideur transversale, sont incapables de résister par flexion à ces sollicitations. Il en résulte (fig. 12) une déformation générale de la surface de base provoquant des ruptures dans le bâtiment, des inclinaisons parfois dangereuses dans les murs, surtout si les planchers sont monolithiques et donc quasi indéformables. De telles inclinaisons de murs sont souvent mises à charge également des affaissements verti-

(1) « Affaissements du sol - Effets sur les maisons modestes » National Buildings Studies, Sp. Rep. 12 - Ministry of Works - Trad. rés. par L. Denoël, dans A.M.B., 1952, n° 1, p. 53/57.

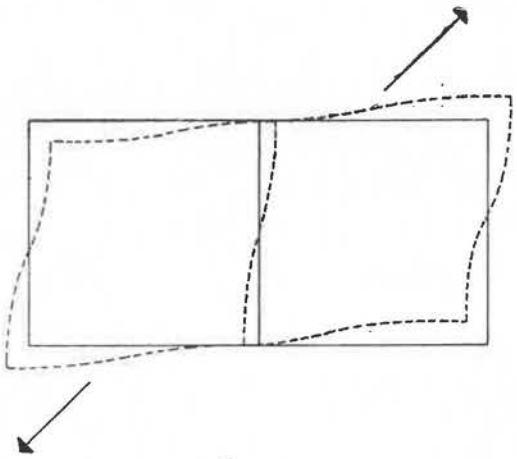


Fig. 12.

caux. Notons en outre que ces poutres sont souvent, surtout pour des constructions modestes, prévues au petit bonheur, sans calcul suffisant des efforts qui peuvent les solliciter et qu'elles ne résistent pas toujours à ces efforts.

Il ne faut pas en effet sous-estimer l'importance des efforts qui sollicitent la partie inférieure des constructions, par suite des mouvements horizontaux du terrain. On peut en gros les évaluer *à un tiers environ* du poids total de la construction. En effet, l'effort horizontal qui s'exerce sur 1 m² de contact de la construction avec le sol est au maximum égal au produit de la charge s'exerçant sur cette surface par le coefficient de frottement assise-sol, coefficient souvent voisin de 0,7. Le bâtiment, sollicité par ces efforts horizontaux, se déplacera, puis se stabilisera dans une position telle que la résultante des efforts sur une partie de l'assise soit égale et opposée à la résultante des efforts sur l'autre partie. Ces deux résultantes vaudront à ce moment environ 70 % de la moitié du poids du bâtiment, soit environ 35 % du poids total. On imagine sans peine les redoutables effets de telles sollicitations horizontales, surtout lorsqu'elles agissent dans des directions quelconques par rapport à la direction des entretoises.

La solution préconisée à juste titre, semble-t-il, par le Docteur Niemczyk de la Technische Hochschule Aachen, est de disposer sur toute l'étendue de l'assise des bâtiments une dalle en béton armé, d'épaisseur relativement faible, reliant dans tous les sens les pieds de tous les murs portants. Cette dalle doit être armée pour lui permettre de résister dans tous les sens, en traction et en compression, à un effort égal au tiers du poids total du bâtiment. Il conseille également d'étendre sous la dalle une couche de sable à gros grains ou de gravillon pour uniformiser et réduire le coefficient de frottement.

Cette solution est parfaite en ce qui concerne les mouvements horizontaux sollicitant les maisons modestes. Elle devient rapidement très onéreuse à partir du moment où l'importance du bâtiment s'accroît, par suite de l'augmentation des efforts à reprendre, proportionnels au poids du bâtiment. En outre, les constructions importantes sont en général établies sur colonnes et les charges locales

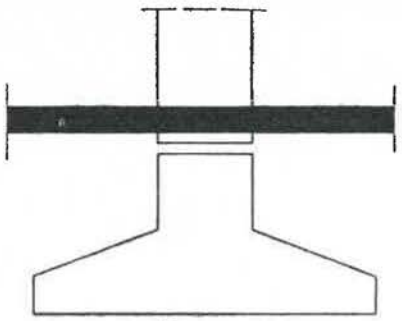


Fig. 13.

ainsi constituées poinçonnent les dalles inférieures.

Il devient dès lors nécessaire de séparer les colonnes de leurs fondations par un joint de glissement et de construire la dalle d'entretoisement au niveau du pied des colonnes, c'est-à-dire au-dessus du joint de glissement (fig. 13).

C'est la solution que nous avons adoptée pour la station d'essais en construction à Ougrée. Chaque colonne du bâtiment est rendue indépendante de sa fondation par un joint de glissement et l'entretoisement des colonnes est réalisé au-dessus de ce joint de glissement. De cette façon, les fondations peuvent se déplacer sous les colonnes, au gré des mouvements du terrain et les colonnes rigidement entretoisées conserveront leur position relative l'une par rapport à l'autre.

Reste la question de l'entretoisement. Si la solution du joint de glissement permet de le rendre indépendant du tassement des fondations, elle ne réduit guère les sollicitations de l'entretoisement qui doit rester très important et, partant, très onéreux. En effet, même en prenant des précautions spéciales pour réduire le coefficient de frottement au joint de glissement, en y plaçant par exemple des plaques d'acier destinées à faciliter le glissement, on ne peut guère espérer, compte tenu de la corrosion possible des plaques, que le coefficient de frottement, surtout au moment de la mise en mouvement du bâtiment, descende en dessous de 0,4 à 0,5.

L'ordre de grandeur des efforts horizontaux dans l'entretoisement est dès lors au minimum égal à 20 à 25 % du poids total du bâtiment, ce qui est encore très considérable.

Un autre point est à signaler : les efforts horizontaux qui se développent ainsi à la face supérieure de la fondation, efforts égaux à la charge de la colonne multipliée par le coefficient de frottement, provoquent un moment de renversement de la fondation, moment dont il est nécessaire de tenir compte pour la stabilisation de celle-ci.

Dans la construction qui nous intéresse, les charges des colonnes varient d'environ 80 t à 320 t. La hauteur des fondations depuis le joint de glissement jusqu'à l'assise sur le bon terrain étant d'environ 2,30 m, je vous laisse à penser les dimensions qu'il eut été nécessaire de donner aux assises des semelles pour stabiliser de pareils moments de renversement, atteignant au maximum 370 t/m.

Enfin, une autre considération propre à la station d'Ougrée, mais qui peut se rencontrer dans d'autres types de constructions, m'a conduit à l'adoption de la solution définitive. Il n'était pas en effet possible de réaliser à Ougrée une dalle d'entretoisement continue reliant les pieds des colonnes au-dessus du joint de glissement.

L'utilisation de la station d'essais, particulièrement du hall d'essai, imposait la possibilité d'asseoir, voire de fonder des machines ou des appareillages lourds en un point quelconque de la surface du hall. La Direction d'Inichar a dès lors estimé nécessaire de libérer la plus grande partie possible de la surface du sol de tout obstacle à son utilisation. Si nous examinons l'implantation des colonnes du hall d'essai (fig. 16) les seules entretoises possibles ne pouvaient que relier orthogonalement les pieds des colonnes. Il n'était plus dès lors possible, non seulement au point de vue économique, mais même au point de vue technique, d'envisager de résister par de telles entretoises à des efforts horizontaux importants aux pieds des colonnes, efforts agissant suivant une direction quelconque (à 45° par exemple) par rapport aux axes des entretoises.

Il devenait impérativement nécessaire de réduire au maximum les efforts dans l'entretoisement en substituant au coefficient de frottement un coefficient de roulement, beaucoup plus faible, c'est-à-dire de placer dans les joints de glissement un dispositif de rouleaux permettant le mouvement dans n'importe quel sens de la fondation par rapport à la colonne.

La première idée qui vient à l'esprit est celle d'une nappe de billes en acier dur. Cependant, outre le prix important d'un tel dispositif, on peut aisément calculer que l'encombrement nécessaire pour ces nappes de billes atteindrait plusieurs mètres carrés par colonne, chaque bille ne portant en effet que par un seul point de contact. Ce moyen a donc dû être écarté.

Je mentionnerai ici une idée séduisante qui a fait l'objet d'études assez poussées et qui consistait à intercaler entre la fondation et la base de la

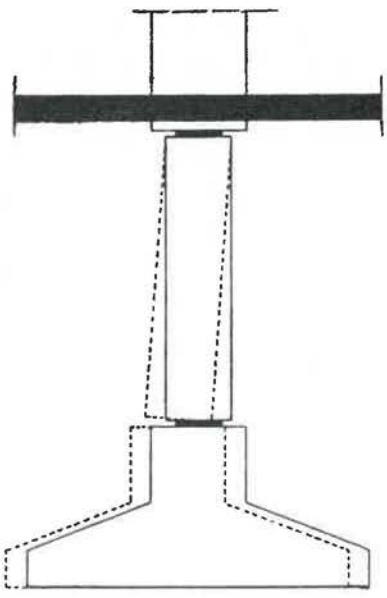


Fig. 14.

colonne une bielle en béton armé, sorte de colonne assez courte dont les surfaces de contact avec la fondation et la base de la colonne étaient munies de plaques circulaires en plomb (fig. 14). Le déplacement de la fondation provoquait l'inclinaison de la bielle par rapport à la verticale et les plaques de plomb, s'écrasant aux endroits où les tensions de compression devenaient exagérées, jouaient le rôle de rotules. La longueur de la bielle doit être suffisante pour que, d'une part, la composante horizontale de l'effort dans la bielle inclinée soit faible et, d'autre part, pour que le déplacement vertical de la colonne correspondant à la rotation de la bielle autour de son point d'appui sur la fondation, soit négligeable.

Toute la construction, juchée sur ces bielles, se trouvant ainsi dans un état d'équilibre indifférent, il est nécessaire de créer en un point d'appui, que l'on peut assez aisément définir, une liaison parfaite d'une colonne avec sa fondation, sorte de joint fixe du bâtiment par rapport au terrain.

Etant donné l'importance du déplacement horizontal adopté comme maximum possible pour les fondations (10 cm) et l'influence prépondérante de l'effort horizontal à la base des colonnes sur les possibilités de réaliser l'entretoisement, j'ai été contraint d'abandonner cette idée. Je pense cependant qu'elle reste intéressante à examiner dans d'autres cas, spécialement lorsqu'il est possible de réaliser l'entretoisement par une dalle continue.

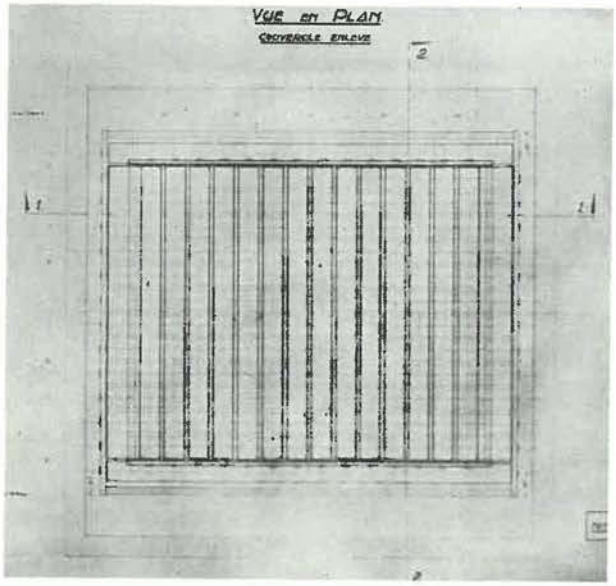


Fig. 15. — Boîtes à rouleaux.

La figure 15 montre la disposition des boîtes à rouleaux qui ont été réalisées et mises en place à Ougrée.

Il est bien entendu que les deux nappes de rouleaux ne peuvent pas porter directement l'une sur l'autre, sinon les contacts ponctuels des rouleaux

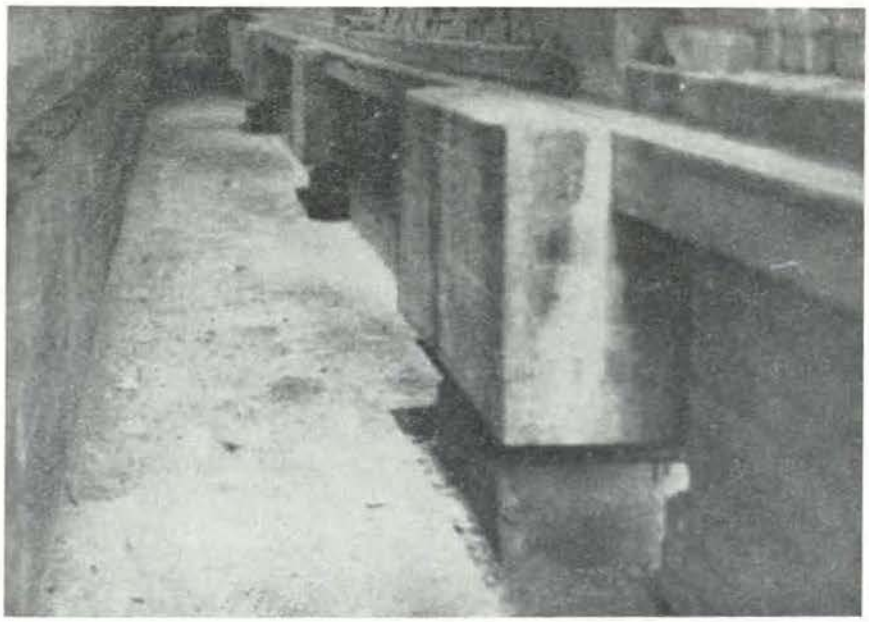


Fig. 15bis.

La solution que j'ai préconisée et qui a reçu l'accord de la Direction d'Inichar est celle de deux nappes de rouleaux superposées dont les sens de roulement sont orthogonaux. Ces rouleaux sont de faible diamètre; 3 cm. Leur disposition en deux nappes à directions orthogonales leur permet de suivre n'importe quel mouvement horizontal du terrain, un déplacement suivant une direction quelconque étant la résultante de deux déplacements orthogonaux.

seraient insuffisants pour transmettre les efforts verticaux et obligeraient à augmenter les dimensions des nappes de rouleaux dans la même proportion que celles des nappes de billes de tout à l'heure. C'est la raison de la plaque d'acier intermédiaire dont l'épaisseur est de 12 mm. Elle permet d'utiliser toute la surface portante des lignes de contact des rouleaux avec cette plaque. De telles plaques d'acier ont été disposées au-dessus et en dessous des deux nappes pour permettre aux

rouleaux de se déplacer sur des surfaces bien dressées.

Le nombre de rouleaux est le même dans chacune des deux nappes. Il dépend uniquement de la charge de la colonne à supporter. Pour fixer les idées, je signalerai que les boîtes à rouleaux d'Ougrée comportent de 10 à 21 rouleaux par nappe, ces boîtes à 21 rouleaux correspondant aux colonnes de 320 tonnes de charge verticale. Notons que dans ce nombre de rouleaux sont compris deux rouleaux auxiliaires par nappe qui n'entreront en jeu qu'au moment où le déplacement de la colonne par rapport à la fondation sera suffisant. Ils ont pour but d'éviter que l'axe des charges ne diffère trop fortement de l'axe de la partie des rouleaux sollicitée, lorsqu'un certain déplacement s'est opéré. Un tel désaxement provoquerait en effet une surcharge dangereuse sur les rouleaux extrêmes. Il est bien entendu que le déplacement possible n'est pas illimité. Je reparlerai tout à l'heure de l'importance de ces déplacements. Je signale seulement dès à présent que les boîtes ont été conçues pour permettre un déplacement des fondations par rapport aux colonnes de 10 cm dans tous les sens.

Une question importante se posait alors. Ces dispositifs mécaniques, contraints à être enterrés pendant plusieurs décades, c'est-à-dire livrés à toutes les possibilités de corrosion, se devaient d'être protégés spécialement à ce sujet. Après un examen approfondi, nous nous sommes résolus à enfermer les deux nappes de rouleaux dans une boîte métallique en tôle de 3 mm d'épaisseur, constituée de parois soudées au plateau de roulement inférieur et d'un couvercle soudé au plateau de roulement supérieur. Le couvercle a un débordement important qui lui permet de continuer à remplir son office après le déplacement relatif des deux parties de la boîte. Celle-ci a été remplie jusqu'à ras bord avec un produit plastique chimiquement stable, dont la densité est voisine de celle de l'eau et qui ne s'émulsionne pas avec celle-ci. Nous n'avons donc pas à craindre l'introduction d'eau dans la boîte. Les parois extérieures ont également été protégées contre la corrosion.

Un seul problème était encore à résoudre. Pour que les nappes de rouleaux puissent fonctionner, il faut bien entendu que les plateaux de roulement soient absolument parallèles, afin que tous les rouleaux puissent contribuer au support de la charge. Or, si au moment de l'exécution, on peut prétendre, puisque la base de la colonne est coulée directement sur la boîte à rouleaux, que ces plateaux sont parallèles, il n'est pas certain qu'ils le resteront lorsque les poussées du terrain agissant sur la fondation au moment du déplacement horizontal, pourront provoquer une légère rotation de la fondation. Dans le but de parer à cet inconvénient, nous avons interposé entre les plateaux de roulement et leur assise des plaques de plomb de 10 mm d'épaisseur. Le plomb, métal ductile, s'écrasera au moment où, par suite du hors-parallélisme des plateaux, les tensions de compression augmenteraient d'un côté ou de l'autre de la surface d'assise. Il rétablira ainsi l'uniformité des pressions sur tous les rouleaux. Bien entendu, le plomb, pour s'écraser suffisamment, doit être soumis à des tensions de compression assez fortes et trouver une possibilité de s'étaler latéralement. Aussi, les plaques ont été perforées dans toute l'étendue de leur surface pour augmenter leur taux de compression et permettre l'expansion latérale de la matière.

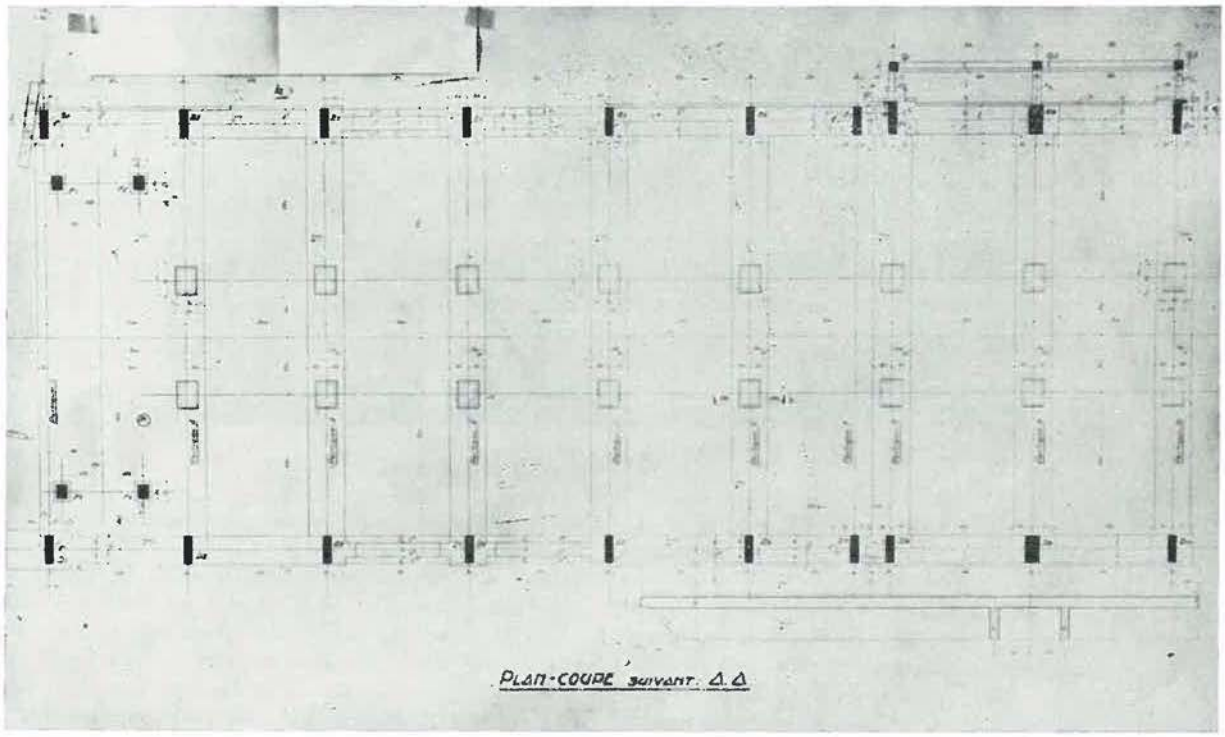


Fig. 16. — Vue en plan du hall.

rouleaux de se déplacer sur des surfaces bien dressées.

Le nombre de rouleaux est le même dans chacune des deux nappes. Il dépend uniquement de la charge de la colonne à supporter. Pour fixer les idées, je signalerai que les boîtes à rouleaux d'Ougrée comportent de 10 à 21 rouleaux par nappe, ces boîtes à 21 rouleaux correspondant aux colonnes de 320 tonnes de charge verticale. Notons que dans ce nombre de rouleaux sont compris deux rouleaux auxiliaires par nappe qui n'entreront en jeu qu'au moment où le déplacement de la colonne par rapport à la fondation sera suffisant. Ils ont pour but d'éviter que l'axe des charges ne diffère trop fortement de l'axe de la partie des rouleaux sollicitée, lorsqu'un certain déplacement s'est opéré. Un tel désaxement provoquerait en effet une surcharge dangereuse sur les rouleaux extrêmes. Il est bien entendu que le déplacement possible n'est pas illimité. Je reparlerai tout à l'heure de l'importance de ces déplacements. Je signale seulement dès à présent que les boîtes ont été conçues pour permettre un déplacement des fondations par rapport aux colonnes de 10 cm dans tous les sens.

Une question importante se posait alors. Ces dispositifs mécaniques, contraints à être enterrés pendant plusieurs décades, c'est-à-dire livrés à toutes les possibilités de corrosion, se devaient d'être protégés spécialement à ce sujet. Après un examen approfondi, nous nous sommes résolus à enfermer les deux nappes de rouleaux dans une boîte métallique en tôle de 3 mm d'épaisseur, constituée de parois soudées au plateau de roulement inférieur et d'un couvercle soudé au plateau de roulement supérieur. Le couvercle a un débordement important qui lui permet de continuer à remplir son office après le déplacement relatif des deux parties de la boîte. Celle-ci a été remplie jusqu'à ras bord avec un produit plastique chimiquement stable, dont la densité est voisine de celle de l'eau et qui ne s'émulsionne pas avec celle-ci. Nous n'avons donc pas à craindre l'introduction d'eau dans la boîte. Les parois extérieures ont également été protégées contre la corrosion.

Un seul problème était encore à résoudre. Pour que les nappes de rouleaux puissent fonctionner, il faut bien entendu que les plateaux de roulement soient absolument parallèles, afin que tous les rouleaux puissent contribuer au support de la charge. Or, si au moment de l'exécution, on peut prétendre, puisque la base de la colonne est coulée directement sur la boîte à rouleaux, que ces plateaux sont parallèles, il n'est pas certain qu'ils le resteront lorsque les poussées du terrain agissant sur la fondation au moment du déplacement horizontal, pourront provoquer une légère rotation de la fondation. Dans le but de parer à cet inconvénient, nous avons interposé entre les plateaux de roulement et leur assise des plaques de plomb de 10 mm d'épaisseur. Le plomb, métal ductile, s'écrasera au moment où, par suite du hors-parallélisme des plateaux, les tensions de compression augmenteraient d'un côté ou de l'autre de la surface d'assise. Il rétablira ainsi l'uniformité des pressions sur tous les rouleaux. Bien entendu, le plomb, pour s'écraser suffisamment, doit être soumis à des tensions de compression assez fortes et trouver une possibilité de s'étaler latéralement. Aussi, les plaques ont été perforées dans toute l'étendue de leur surface pour augmenter leur taux de compression et permettre l'expansion latérale de la matière.

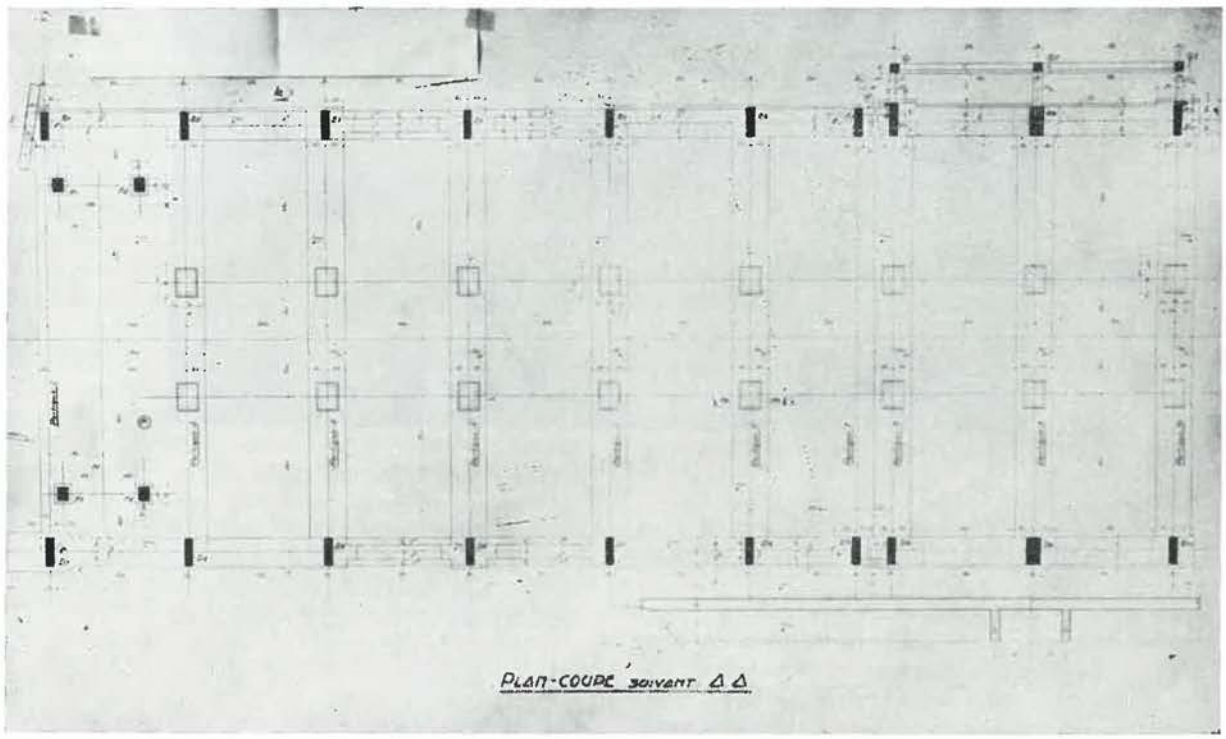


Fig. 16. — Vue en plan du hall.

Le coefficient de résistance au roulement a été mesuré dans les laboratoires du Génie civil de l'Université de Liège. Les essais ont été faits sur des boîtes destinées à être incorporées dans la construction. Ces essais ont permis de définir la résistance maximum au roulement qui est de 2 % de la charge verticale. Nous sommes loin des résistances de 40 à 50 % de tout à l'heure.

Il est permis dès lors d'envisager un entretoisement des colonnes permettant, malgré le faible encombrement des entretoises, de résister aux sollicitations horizontales des pieds des colonnes, quelle que soit la direction des efforts.

La disposition des entretoises du hall d'essai est indiquée à la figure 16. Les colonnes de façade sont reliées par une poutre de 1 m de largeur (la largeur des colonnes) et de 25 cm d'épaisseur. Les colonnes sont reliées d'une façade à l'autre par des entretoises de 1,30 m de largeur et de 25 cm d'épaisseur. Notez que la largeur de ces entretoises est due surtout à l'obligation d'y ménager des orifices permettant aux colonnes de la charpente métallique amovible de prendre appui sur leur fondation indépendante. Ces fondations se trouvent en effet dans l'axe des colonnes des façades. En ce qui concerne le hall d'essais, ces entretoises font en même temps office de tirants entre les pieds des portiques qui constituent les éléments portants de ce hall. C'est là une disposition qu'il était impossible d'admettre au point de vue technique si les efforts horizontaux à vaincre avaient été de l'ordre de ceux que créait la résistance au glissement pur des colonnes sur leurs fondations.

Ils étaient encombré par des voies de chemin de fer et un transbordeur de wagons. Il aurait fallu d'une part faire supporter par les entretoises les charges roulantes des wagons et, d'autre part, enterrer ces entretoises de plusieurs dizaines de centimètres surtout au droit du transbordeur, ce qui aurait augmenté leurs contacts avec le terrain. La réduction importante des efforts horizontaux à la base des colonnes due aux boîtes à rouleaux m'a permis d'envisager une solution beaucoup plus élégante. En effet, le plancher en béton armé du rez-de-chaussée constitue un entretoisement parfait entre les colonnes et dont l'utilisation pour cette fonction ne demande pas de grands frais supplémentaires. Les colonnes ont donc été rendues capables de transmettre à ce niveau les faibles efforts horizontaux qu'elles reçoivent au pied lors des mouvements du terrain. Bien entendu, il a fallu les renforcer à cet égard, mais dans une proportion telle que la solution reste économique malgré des entretoises de sécurité que nous avons tout de même disposées aux pieds des colonnes dans les endroits où il était aisé d'en mettre.

Il reste à vous signaler, pour clôturer la question des déplacements horizontaux, un phénomène qui expliquera certainement un certain nombre de dégâts qui se produisent dans les bâtiments, et qu'il est difficile à priori d'imputer aux mouvements horizontaux, bien qu'ils en soient seuls responsables. Examinons, pour mettre ce phénomène en évidence, un schéma de la disposition des colonnes du hall d'essai et supposons que le mouvement du terrain se produise suivant une direction à 45° par rapport aux axes principaux du hall. (fig. 17).

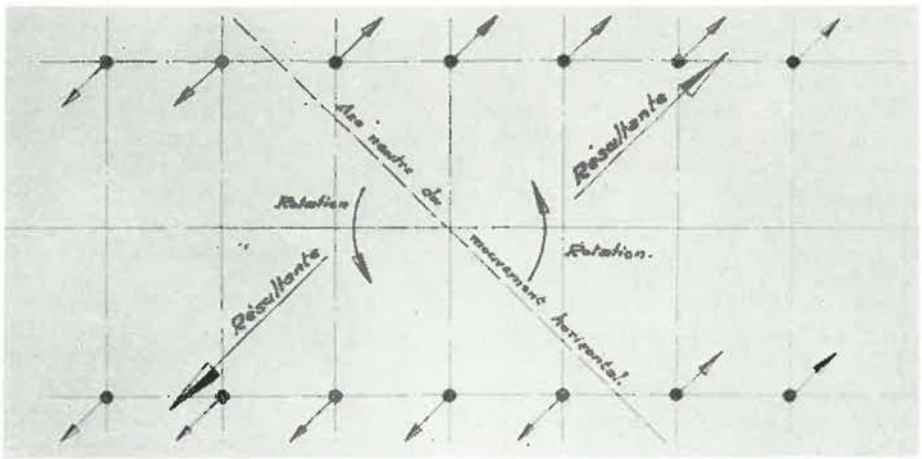


Fig. 17. — Croquis efforts à 45°.

On comprend aisément qu'il y a intérêt au point de vue économique à réduire l'influence des contacts des entretoises elles-mêmes avec le terrain. Je ne m'étendrai pas sur ce point, pour ne pas prolonger la durée de cette causerie. Je signalerai seulement que les entretoises reposent partout sur une couche de sable-gros.

Examinons maintenant le problème du bâtiment bureaux-laboratoires. Le problème ici se complique. Il n'est pas pratiquement possible de placer des entretoises au niveau des pieds des colonnes. Le sous-sol de ce bâtiment se voit, en effet, encom-

Les efforts aux pieds des colonnes dont la ligne d'action est également inclinée à 45°, s'exerceront dans un sens ou dans l'autre suivant que ces colonnes se trouvent d'un côté ou de l'autre d'une ligne que j'appellerai «ligne neutre du mouvement du bâtiment par rapport au terrain». Cette ligne est le lieu des points du bâtiment qui ne subissent aucun déplacement horizontal par rapport aux points du terrain situés sur la même verticale. Le déplacement des points de cette ligne tracée sur le terrain correspond au déplacement d'ensemble du bâtiment. Il est aisé de démontrer que cette ligne

passe sensiblement par le centre de gravité des efforts aux pieds des colonnes.

Les résultantes des actions horizontales aux pieds des colonnes de part et d'autre de cette ligne neutre n'auront pas, en général, même ligne d'action, d'où création d'un couple de forces qui va produire une *rotation d'ensemble du bâtiment.*

Ce phénomène provoque certainement des dégâts dans les constructions non suffisamment entretoisées à la base.

J'ai pu constater dans un immeuble construit à Liège et dont j'avais étudié l'ossature en béton armé, que les deux bords d'un joint de dilatation avaient subi un déplacement relatif d'environ 3 cm, *sur toute la hauteur du bâtiment*, comme si les blocs que ce joint séparait, avaient glissé l'un par rapport à l'autre. Aucun affaissement vertical, ni mouvement horizontal du terrain ne peut expliquer ce phénomène si ce n'est par la rotation du bâtiment sous l'action des efforts horizontaux non équilibrés. La constatation que je viens de citer confirme donc bien la réalité de cette possibilité de rotation.

Il est aisé, par une petite expérience amusante, de vérifier ce fait. Si l'on pose un parallélépipède allongé, une boîte de cigares par exemple, sur un tissu de laine posé à plat sur une table, on peut constater, en exerçant une traction sur le tissu dans le sens des brins, une rotation du parallélépipède, à condition toutefois qu'il soit placé de telle sorte que ses axes principaux soient obliques par rapport à la direction des fibres du tissu.

J'ai tenu compte dans la construction d'Ougrée de cette possibilité de rotation des divers tronçons du bâtiment en donnant aux joints des dimensions suffisantes.

L'importance de la rotation dépend bien entendu de l'importance des mouvement horizontaux possibles du terrain. Or, à ce sujet, nous ne sommes guère documentés à l'heure actuelle. Il a bien fallu s'en remettre au bon sens et à quelques indications éparses sur la grandeur des mouvements. Pour l'établissement du projet, nous avons admis une extension ou une compression possible de la surface du terrain de 5 mm par mètre.

Je ne puis pas, dans le cadre de cette causerie, aborder l'explication du calcul de cette rotation. Je dirai seulement que pour les dimensions des tronçons de bâtiment et sur la base d'un mouvement horizontal possible de 5 mm par mètre, l'arc parcouru par les colonnes extrêmes durant la rotation atteint environ 5 cm, ce qui est loin d'être négligeable.

Nous noterons enfin qu'il a été prévu aux quatre coins de la station d'essais des dispositifs de contrôle aisé du mouvement relatif des fondations par rapport aux colonnes. Ces dispositifs de contrôle faciliteront la surveillance qu'Inichar entend exercer sur les mouvements possibles du bâtiment.

Revenons aux affaissements verticaux dus aux courbures du terrain dont j'ai parlé tout à l'heure et voyons comment ce problème a été résolu.

L'ensemble du bâtiment a d'abord été scindé en tronçons aussi courts que le permettaient les possibilités architecturales. Un joint sépare le bloc bureaux-laboratoires du hall d'essai. Celui-ci est également coupé en deux tronçons au droit de la jonction de la partie surélevée avec le reste du hall.

Le bloc bureaux-laboratoires est séparé par des joints du mur de soutènement qui le borde d'un côté et de l'ensemble des logettes à charbon situé de l'autre côté. Notons ici que ces derniers joints n'ont pas été créés dans le seul but de limiter les effets des affaissements, mais ils étaient nécessaires du fait que le bâtiment proprement dit est sur rouleaux et que le mur et l'ensemble des logettes sont appuyés directement sur le terrain.

L'ossature du hall est dégagée de toute liaison avec le mur de soutènement qui le borde et l'ensemble de silos intérieurs dont il a déjà été question.

Ces joints sont très largement ouverts. Ils ne sont pas comparables aux joints de dilatation habituellement créés dans les constructions d'une certaine longueur. Le joint entre les bureaux et le hall a 15 cm d'ouverture. Celui entre les deux parties du hall, 10 cm. Ils doivent permettre aux différents tronçons de se rapprocher sans entrer en contact sous l'effet des mouvements horizontaux. En outre, les rotations possibles dont j'ai parlé tout à l'heure nous ont obligés à augmenter encore leur ouverture.

Comme il n'est pas possible de laisser de tels joints ouverts, leur colmatage, provisoire si des mouvements se produisent, définitif s'ils ne se produisent pas, a également posé un problème. Nous avons dû nous contenter de l'emploi de matériaux de remplissage qu'il sera possible d'enlever le cas échéant.

Cette première précaution prise, la solution pratique adoptée pour éviter les dégâts dus aux courbures du terrain est le contrôle de ces mouvements verticaux et la possibilité de relever les colonnes aussitôt qu'un affaissement minime a été constaté.

Le contrôle sera fait à l'aide de repères fixés d'une manière définitive sur les colonnes suivant un même plan horizontal. A des intervalles de temps réguliers, une vérification sera faite du niveau de ces repères à l'aide d'un appareil optique. Je reconnais que ce moyen, qui s'adapte parfaitement au type de construction d'Ougrée dont les sous-sols sont complètement dégagés, ne peut être généralisé. A chaque problème, sa solution.

Quant à la possibilité de relever les colonnes, elle nous était offerte par l'existence du joint, en l'occurrence l'emplacement de la boîte à rouleaux, entre la colonne et la fondation. A cet effet, la base de la colonne a été élargie et une assise a été établie sur la semelle de fondation de manière à permettre le placement de vérins pour soulever la colonne. Des tôles seraient alors glissées entre la boîte et la base de la colonne à concurrence de l'affaissement à reprendre. La figure 4, qui présente une coupe longitudinale dans le hall, montre clairement la disposition adoptée.

Notons ici que cette disposition a un double rôle. Outre le relèvement des colonnes, elle permettrait de replacer les boîtes à rouleaux dans leur situation initiale dans le cas, assez improbable je pense, où le déplacement horizontal des fondations serait tel que les rouleaux seraient à fond de course dans leur boîte. J'ai dit tout à l'heure que

ces boîtes permettraient un déplacement horizontal de 10 cm.

Il n'est pas obligatoire que les boîtes à rouleaux soient directement accessibles. Même enterrées, comme elles le sont à faible profondeur, les terrassements à faire au moment du relèvement éventuel ne seraient pas trop onéreux. Dans le cas de la construction qui nous intéresse, où des canivaux à fluide étaient nécessaires, il était logique d'établir ces canivaux le long des colonnes de manière à leur donner comme second rôle, celui de faciliter l'accès des boîtes à rouleaux.

Il me reste à remercier la Direction d'Inichar de m'avoir permis d'apporter ma contribution à l'étude d'une question qui reste troublante pour les constructeurs dans nos régions charbonnières.

Je ne veux pas, je le répète, affirmer que les solutions que j'ai préconisées sont parfaites. Elles ont au moins le mérite d'être logiques et économiques. Je dirai seulement, à ce dernier point de vue, qui est au fond pour tout ingénieur le premier, que l'on peut évaluer le coût des dispositions prises pour réduire les effets de mouvements miniers dans la construction d'Ougrée, à environ 2,5 % du prix total du bâtiment équipé. C'est, je crois, ne pas payer bien cher une sécurité morale et matérielle importante.

Quelques explications concernant le calcul des entretoises et la détermination de la rotation maximum des constructions.

Examinons (fig. 18) une construction appuyée sur une série de colonnes disposées suivant deux axes orthogonaux et figurées par des points dans le schéma.

Soit d la direction des mouvements horizontaux du terrain. Nous supposons, pour fixer les idées, que ce mouvement provoque une extension du terrain. Toutes les considérations qui suivent restent identiques, s'il s'agit de compression dans le terrain au lieu d'extension.

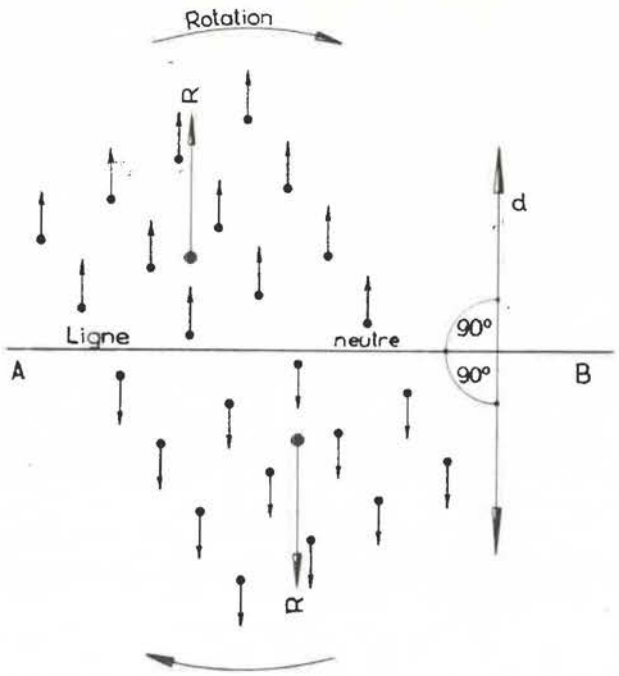


Fig. 18.

Soit AB la ligne fictive, perpendiculaire à la direction du mouvement, reliant les points de la construction qui ne subissent aucun déplacement par rapport au terrain situé sur leur projection verticale. Nous appelons cette ligne AB, « ligne neutre du mouvement de la construction par rapport au terrain ».

Toutes les bases des colonnes subiront des actions horizontales de la part du terrain, actions parallèles à la direction du mouvement, donc perpendiculaires à AB. Ces efforts seront dirigés dans un sens ou dans l'autre suivant que la fondation considérée se trouve d'un côté ou de l'autre de l'axe neutre. L'effort horizontal à la base d'une colonne est égal à $N \times f$ si N est la charge verticale sur la colonne et f le coefficient de frottement, supposé constant pour toutes les colonnes. La résultante des efforts appliqués aux colonnes et dirigés dans un sens, doit être égale et de sens contraire à la résultante des efforts dirigés dans l'autre sens. Cette condition définit la position de la ligne neutre, qui passe théoriquement par le centre de gravité des efforts $N \times f$, c'est-à-dire si f est constant, par le centre de gravité des charges verticales N sur les colonnes.

Mais ces deux résultantes n'ont pas, en général, même ligne d'action. Le couple ainsi créé va provoquer une rotation d'ensemble de la construction autour du centre de gravité des efforts N. La résistance au glissement des colonnes sur leur fondation pendant ces rotations modifie la direction et, dans le cas des boîtes à rouleaux, la grandeur des efforts sur la base de la colonne.

La construction se stabilise lorsque les résultantes des efforts sur les bases des colonnes de part et d'autre de l'axe neutre auront la même ligne d'action.

A toute amplitude du mouvement du terrain correspond une seule position stable du bâtiment.

Ces quelques remarques vont nous permettre de déterminer l'importance de la rotation et les sollicitations de l'entretoisement.

Envisageons d'abord le cas de joints de glissement constitués de deux trains de rouleaux superposés et placés à 90° l'un par rapport à l'autre.

Nous appellerons f le « coefficient de roulement » d'un train de rouleaux. Le déplacement de la fondation par rapport à la colonne provoque un effort horizontal Nf à la base de la colonne pour autant que ce déplacement soit parallèle au sens de roulement de l'un ou de l'autre des deux trains de rouleaux. Si le déplacement a une direction quelconque par rapport aux sens de roulement, les deux trains de rouleaux devront fonctionner à la fois. La résultante des résistances au roulement sera donc toujours égale à $N \times f \times \sqrt{2}$ et sera dirigée à 45° par rapport aux sens de roulement des rouleaux, et ce, quelles que soient la direction et l'importance du déplacement.

Rapportons la construction schématisée à la figure 19 à deux axes orthogonaux OX et OY, parallè-

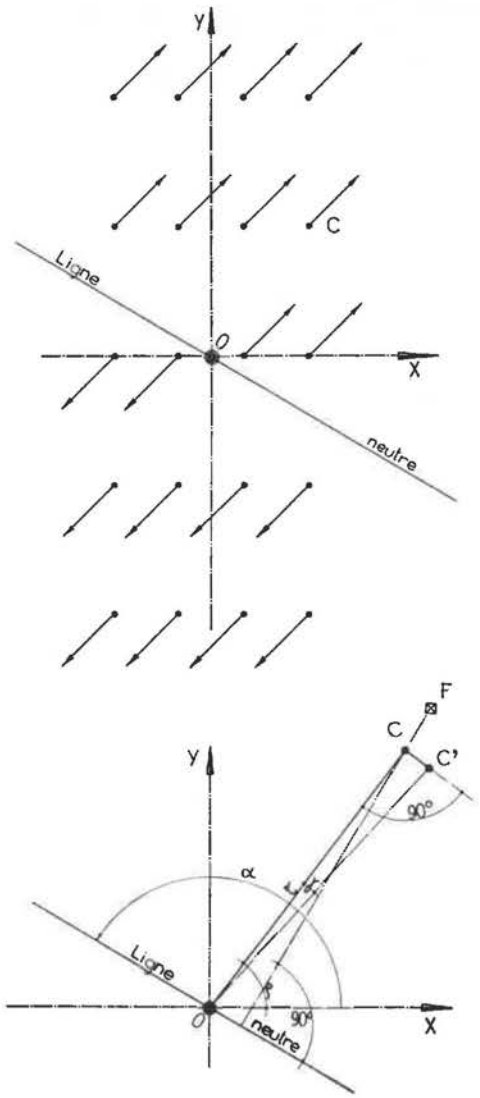


Fig. 19.

les aux sens de roulement des rouleaux et passant par le centre de gravité des charges, O.

Considérons une des colonnes C.

Soit r et ϱ les coordonnées polaires de C par rapport et à l'axe OX.

Appelons α, l'angle de la ligne neutre avec l'axe OX et δ, le déplacement linéaire proportionnel du terrain (Dans la construction d'Ougrée, nous avons supposé $\delta = 0{,}005 = 5$ mm par mètre).

Le déplacement de la fondation F de la colonne C est perpendiculaire à la ligne neutre et a pour valeur $CF = \delta \times r \sin (\alpha - \varrho)$.

Sa projection sur l'axe des OX vaut
$\delta\, r \sin (\alpha - \varrho) \times \sin \alpha$.

Soit γ l'angle de rotation de la construction. C vient en C' après avoir décrit
un arc $CC' = r.\gamma$ autour de O.

Cet arc étant très petit, nous l'assimilerons à une droite perpendiculaire à OC. Sa projection sur l'axe OX a pour grandeur : $r\ \gamma.\ \sin \varrho$.

Lorsque, pendant sa rotation, la base de la colonne se trouve sur une parallèle à l'axe OY passant par l'axe F de la fondation, le déplacement de la fondation n'intéresse plus qu'un seul train de rouleaux, à savoir celui dont le sens de roulement est parallèle à OY. Ceci se produit lorsque la projection de CF sur l'axe OX est égale à la projection de CC' sur ce même axe, c'est-à-dire lorsque :

$$d\ r \sin (\alpha - \varrho) \sin \alpha = \gamma\ r \sin \varrho \qquad (1)$$

ou, après simplifications, lorsque :

$$\gamma = -\ \delta/2 \sin 2\alpha + \delta \sin^2 \alpha.\ 1/\mathrm{tg}\ \varrho$$

Plus tg ϱ est grand, plus petite sera la valeur de γ nécessaire pour que cette situation se produise.

Cette position atteinte par la colonne pour laquelle tg ϱ est le plus grand, la réaction à la base de cette colonne est modifiée (Nf au lieu de $Nf\ \sqrt{2}$). Par suite, la résultante des actions sur toutes les colonnes l'est également. Si cette nouvelle distribution des réactions ne stabilise pas la construction, la rotation va se poursuivre. La première colonne envisagée va dépasser la position atteinte et le train de rouleaux dont le sens de roulement est parallèle à l'axe OX va offrir une résistance au roulement de sens inverse à celle qu'il donnait précédemment. Une ou plusieurs autres colonnes vont se trouver dans une situation analogue à celle de la première colonne envisagée, puis dépasseront cette position et ainsi de suite. Le processus continuera jusqu'à ce que les résultantes totales des actions sur les colonnes de part et d'autre de la ligne neutre s'équilibrent.

On peut donc ainsi déterminer l'amplitude maximum de la rotation et les sollicitations correspondantes dans l'entretoisement pour chacune des valeurs de α.

Supposons que l'on ait déterminé quelle est la colonne dont la définition exacte de la réaction assure l'équilibre de la construction; soit ϱ_m l'angle polaire de cette colonne. La valeur de γ est définie par la relation (1) en fonction de α.

Remarquons que l'on ne peut pas prévoir à l'avance la direction des mouvements horizontaux. Il faut donc déterminer la valeur de α qui provoque la rotation maximum.

Ce maximum sera atteint pour $d\gamma/d\alpha = O$ soit

$$\text{pour} \qquad \alpha = \frac{\varrho_m}{2} + n\,\frac{\pi}{2} \qquad (2)$$

n étant un nombre entier quelconque;

Les réactions à la base des colonnes étant connues au moment où la construction est stabilisée, on en déduit aisément les sollicitations de l'entretoisement.

A titre d'application de ce procédé, nous allons déterminer la rotation maximum et les sollicitations correspondantes dans les entretoises du hall surélevé de la station d'essai d'Ougrée.

Ce hall comporte six colonnes reliées orthogonalement par des entretoises comme l'indique la figure 20.

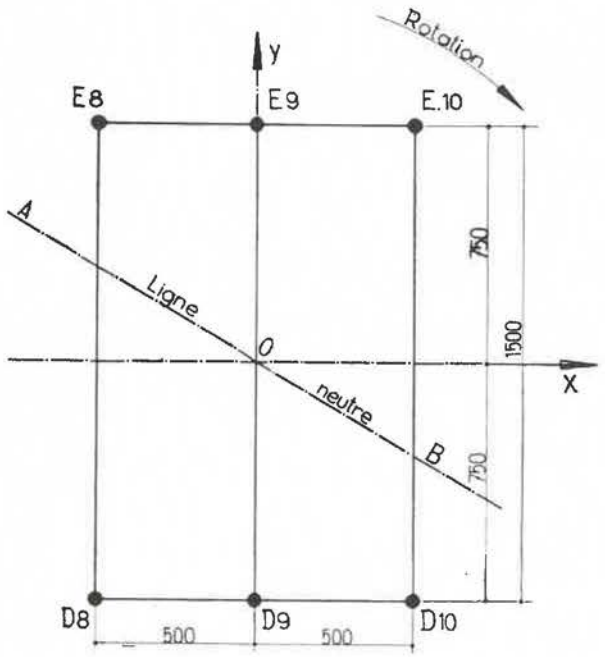


Fig. 20.

Charges verticales :
— sur D_8 et E_8 : 146 t
— sur D_9 et E_9 : 218 t
— sur D_{10} et E_{10} : 146 t.

Coefficient de roulement au joint, $f = 0{,}02$.

Efforts Nf et $Nf\sqrt{2}$.

	$D_8 - E_8$	$D_9 - E_9$	$D_{10} - E_{10}$
Nf	2.920 kg	4.630 kg	2.920 kg
$Nf\sqrt{2}$	4.130 kg	6.160 kg	4.130 kg

Le centre de gravité des charges coïncide avec le centre géométrique des axes des colonnes. Soit OX et OY les axes de référence, parallèles aux sens de roulement des rouleaux, et AB la ligne neutre.

La figure 21 donne les directions et les grandeurs des réactions (en kg) aux différents stades de la rotation.

Fig. 21a : Réactions au début du mouvement (à 45° par rapport aux sens de roulement des rouleaux); il n'y a pas équilibre; la rotation s'effectue dans le sens des aiguilles d'une montre.

Figure 21b : La rotation a amené la base des colonnes E_8 et D_{10} pour lesquelles l'angle ϱ est maximum sur un axe parallèle à OY et passant par le centre de la fondation déplacée. Les rouleaux dont le sens de roulement est parallèle à OY ne fonctionnent plus, donc ne créent plus de résistance. Les réactions sont modifiées, mais l'équilibre n'existe pas encore.

Figure 21c : La rotation s'est poursuivie; E_9 et D_9 sont maintenant dans la situation qu'occupaient précédemment E_8 et D_{10}; leurs rouleaux, dont le sens de roulement est parallèle à OX, ne fonctionnent plus. L'effort à la base est modifié. Quant à E_8 et D_{10}, leurs rouleaux au roulement parallèle à OX se sont remis en mouvement dans le sens inverse et offrent maintenant une résistance de sens contraire. L'effort à la base de ces colonnes est donc celui défini par la figure 21c.

Cette disposition des efforts assure maintenant l'équilibre et la rotation ne se poursuit pas.

Il est extrêmement simple de calculer les entretoises sous l'action de ces efforts.

Les colonnes E_9 et D_9 dont l'arrêt d'un train de rouleaux a assuré l'équilibre sont caractérisées par $\varrho = 90°$.

La valeur de α qui correspond à la rotation maximum est donnée par la relation (2) $\alpha = 45°$ ou $135°$.

La valeur $\alpha = 45°$ n'est pas à retenir, car cette situation de la ligne neutre ne correspond plus à la répartition des colonnes de part et d'autre de cette ligne, telle que nous l'avons adoptée au départ. Nous adoptons donc $\alpha = 135°$.

Dès lors, la rotation maximum se calcule par la relation (1) qui donne, γ max $= -\delta/2$ (—, par suite de la convention adoptée pour le signe des angles).

Pour $\delta = 0{,}005$, nous aurons γ max $= 0{,}0025$, en valeur absolue. Déplacement maximum des colonnes d'angles, distantes de 9,00 m du centre O : $9{,}0 \times 0{,}0025 = 0{,}0203$ m $= 2{,}03$ cm.

Remarque. Il est bien entendu que les déplacements ne se produisent pas de la manière que nous venons de décrire. Aussitôt que le déplacement de

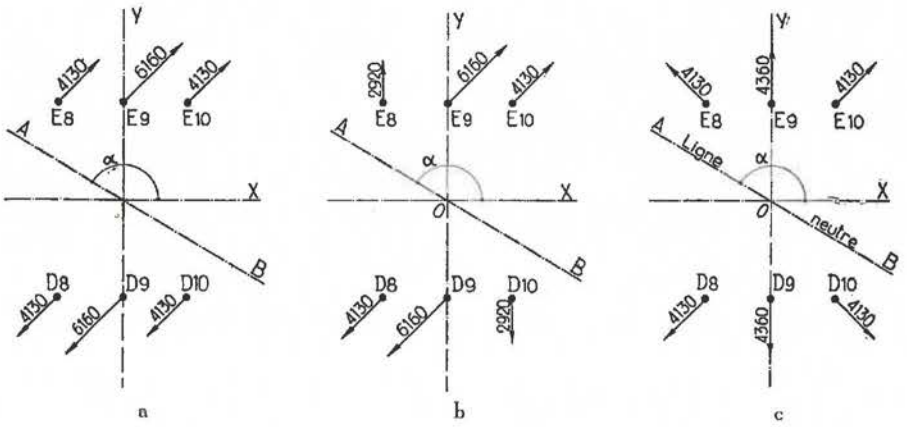


Fig. 21.

la fondation s'amorce, la rotation du bâtiment se produit, les fondations entraînant les colonnes à leur suite. Les rouleaux des colonnes E_8 et D_{10} par exemple, ne tourneront pas dans un sens, puis dans l'autre. Ce sont les fondations E_9 et D_9 qui entraîneront leurs colonnes de telle manière que leurs rouleaux, dont le sens de roulement est parallèle à OX, n'auront pas l'occasion de se mettre en mouvement. C'est pour la clarté de l'exposé que les mouvements ont ainsi été décomposés en deux stades, déplacement des fondations d'abord, rotation du bâtiment ensuite.

Influence du frottement des entretoises sur le terrain.

Nous n'avons pas tenu compte dans le calcul précédent de l'influence sur la rotation du bâtiment du frottement des entretoises sur le sol. Ce frottement perturbe les déplacements en créant des efforts secondaires qui modifient les grandeurs et les directions des résultantes des efforts agissant sur la construction.

Considérons un massif pesant reposant sur le terrain par une surface plane de forme quelconque (figure 22).

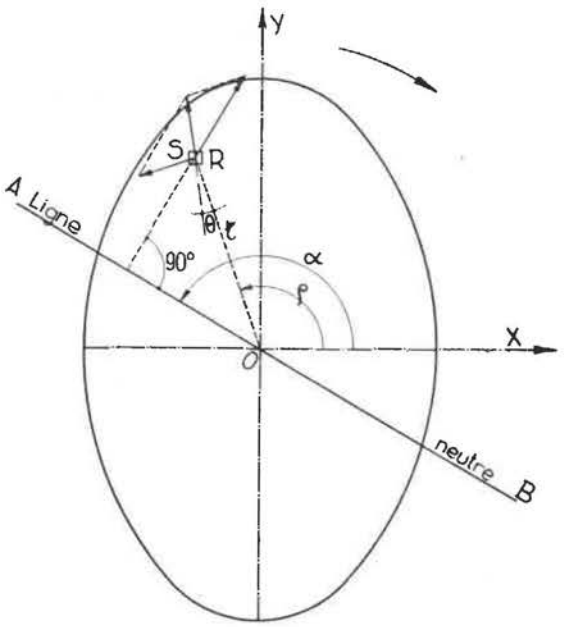


Fig. 22.

Soit OX et OY les axes de référence et AB la « ligne neutre » du mouvement (angle α avec OX).

Le massif est soumis à une rotation autour du point O, dans le sens de la flèche.

Déterminons le moment total autour du point O des efforts horizontaux qui prennent naissance dans la surface de contact.

La surface élémentaire s, de coordonnées polaires ϱ, r, glisse sur le terrain suivant une direction qui est la résultante de deux déplacements : — l'un, perpendiculaire à AB, d'amplitude $\delta\, r \sin(\alpha - \varrho)$ δ ayant la même signification que précédemment. — l'autre, perpendiculaire au rayon polaire r, d'amplitude $\gamma\, r$.

La réaction horizontale créée par le terrain sur la surface s est dirigée suivant la direction résultante et a pour valeur $n\, s\, f$, n, étant la charge verticale unitaire répartie, uniformément ou non, sur la surface de contact, s, étant la surface de l'élément et f, le coefficient de frottement.

Si nous appelons θ, l'angle que fait la direction de cet effort avec le rayon polaire r, le moment autour du point O de l'effort $n\, s\, f$ sera

$m = n\, s\, f\, r \cos\theta$

Le moment total de tous les efforts semblables s'exerçant sur la partie de la surface située d'un côté de l'axe neutre sera $M = \Sigma\, n\, s\, f\, r \cos\theta$

ou si n et f sont constants dans toute l'étendue de la surface $M = n\, f\, \Sigma\, s \cos\theta$.

L'expression analytique de $\cos\theta$ est :

$$\cos\theta = \frac{\frac{3\gamma}{2\delta}\sin 2(\alpha - \varrho) - \sin^2(\alpha - \varrho)}{\sqrt{\left(\frac{\gamma}{\delta}\right)^2 + \sin^2(\alpha - \varrho) - \frac{\gamma}{\delta}\sin 2(\alpha - \varrho)}}$$

Elle est assez compliquée, aussi préférons-nous calculer les moments par la méthode graphique en divisant la surface de contact en un certain nombre d'éléments de surface, faciles à mesurer.

Application au hall surélevé de la station d'Ougrée.

Les entretoises qui relient les pieds des colonnes ont une épaisseur de 25 cm. Leur poids est donc, en adoptant $\Delta = 2.500$ kg/m³ comme poids spécifique du béton, de 625 kg/m². Si f, coefficient de frottement sur le sol est pris égal à 0,7, la réaction horizontale du terrain sur les entretoises vaut

$$nf = 625 \times 0{,}7 = 440 \text{ kg/m}^2.$$

Nous avons déterminé graphiquement la valeur du moment résistant dû aux entretoises, par rapport au centre de gravité des charges et nous avons obtenu, pour $\alpha = 135°$, $M = -38.700$ kgm.

Si l'on se reporte aux schémas des efforts horizontaux à la base des colonnes, de la figure 21, on peut calculer les moments par rapport au point O, des réactions horizontales qui provoquent la rotation des colonnes. On obtient ainsi :

— dans le 1er cas : M = 76.040 kgm
— dans le 2me cas : M = 54.240 kgm
— dans le 3me cas : M = 0

Il y aura donc rotation jusqu'à une situation intermédiaire entre les cas 2 et 3, les efforts sur E_8 et D_{10} parallèles à OX ne changeant pas complètement de sens, mais ayant une valeur intermédiaire telle que la condition d'équilibre soit satisfaite.

Les sollicitations dans l'entretoisement s'en déduisent immédiatement.

Remarque importante.

L'étude succincte du comportement d'un massif reposant par une assise plane sur un terrain soumis à des déplacements horizontaux nous permet de calculer la rotation que subira ce massif s'il n'est relié, contrairement au cas que nous avons examiné

des entretoises entre colonnes, à aucun élément de construction qui lui impose son propre déplacement.

En effet, dans ce cas, la rotation s'arrêtera lorsque le couple de rotation sera nul.

L'équation $M = \Sigma\, m\, s\, f\, r \cos\theta = O$, dans laquelle la valeur de γ intervient comme inconnue, permet de déterminer cette valeur de γ.

Cette équation étant impossible à résoudre analytiquement, il sera nécessaire d'employer la méthode graphique et de procéder par tâtonnements.

Cette méthode est assez laborieuse, mais néanmoins elle définit la solution complète du problème.

DISCUSSION

M. DEMELENNE. — Je voudrais avoir quelques indications complémentaires concernant la composition du sous-sol et la pression sur le terrain à la base des fondations.

M. LESAGE. — Au point de vue dimensionnement des fondations, le problème reste classique, malgré la présence des boîtes à rouleaux. Le bon terrain est constitué de gravier à 3 m de profondeur. Nous avons adopté un taux de travail de 3,5 kg/cm² sur ce terrain. Le problème serait resté le même si la fondation avait été réalisée à l'aide de pieux par exemple.

M. DEMELENNE. — Les repères devant servir à mesurer les affaissements sont-ils fixés sur les socles ou sur les entretoises ?

M. LESAGE. — Au-dessus des rouleaux, à un endroit quelconque de la colonne.

M. VENTER. — On placera un repère sur chaque colonne, plaque de cuivre avec échelle graduée, de façon que l'on puisse déterminer l'affaissement au moyen d'un théodolite. C'est une solution, nous le reconnaissons, qui n'est admissible que là où le sous-sol est largement dégagé.

M. DEMELENNE. — Et si certains socles de colonnes s'affaissent plus que d'autres ? Comment vous en apercevrez-vous ?

M. VENTER. — C'est précisément l'objet de la visée. Le relèvement différentiel au moyen de vérins permettra de remettre chaque colonne dans sa position originelle par rapport à l'ensemble du bâtiment.

M. X. — Quelle est la raison de l'abandon du système des bielles ?

M. LESAGE. — Lorsque j'ai commencé l'étude de ce système, je m'attendais à des efforts horizontaux assez réduits sous l'effet de l'inclinaison des bielles, efforts qui auraient pu être facilement repris par l'entretoisement. Ici, les fondations sont établies à 3 m de profondeur. Si nous déduisons de cette hauteur l'épaisseur de la fondation et du dé sous la colonne, nous obtenons 1,50 m environ de hauteur pour la bielle. Quand on a adopté 10 cm comme déplacement maximum du terrain sous une colonne, je me suis aperçu que les efforts horizontaux atteignaient 7 à 8 % des efforts verticaux. C'est trop pour les possibilités d'entretoisement. Cette idée serait cependant à revoir si l'on pouvait réaliser une dalle continue d'entretoisement.

M. VENTER. — Nous avons eu l'occasion de voir en Sarre, dans un chantier en construction, où l'on prévoyait des affaissements verticaux de l'ordre de 8 à 9 m, et par conséquent d'importants mouvements horizontaux, un dispositif contre les dégradations qui est basé sur les principes qui viennent d'être exposés. Le bâtiment étant plus léger, on a pu adopter un système par frottement et le bâtiment repose sur des semelles de fondation par l'entremise de plaques en acier; ces organes sont aisément accessibles par des galeries de circulation et permettent un graissage tous les six mois. D'autre part, le bâtiment étant plus léger et le déplacement menaçant d'être énorme, on a réalisé un système d'articulation beaucoup plus souple que celui des plaques de plomb, mais qui eut été impraticable ici. Tous les principes que nous avons appliqués sont identiques à ceux que nous avons vus en Sarre, sans que nous nous soyons concertés.

M. DESSALLES. — Le Charbonnage des Liégeois, en Campine, a appliqué le même principe pour son nouveau châssis à molettes.

L'utilisation des schistes de lavoir

ETUDES PRELIMINAIRES
par INICHAR

SAMENVATTING

Ieder jaar brengen de inrichtingen voor mechanische zuivering der steenkolen van België 30.000.000 t kolen en 16.000.000 ton afval voort, waarvan 4.000.000 ton stenen van de besbanden en 12.000.000 ton wasserij-stenen (1).

Deze afval en namelijk de wasserij-stenen, bevat een zekere hoeveelheid brandbare materialen. De ruwe steenkool, voortgebracht door de mijn, is samengesteld uit elementen waarvan de grootte schommelt van 0 tot enkele decimeters en waarvan de aard varieert van zuivere kool tot zuivere steen, doorheen alle mogelijke tussen verhoudingen. In ieder der granulometrische categoriën die aan het wassen onderworpen worden, wordt de scheiding verricht volgens het vereiste asgehalte van het gewassen product en de afval bevat dus noodzakelijk, zelfs in geval van perfecte scheiding, elementen waarvan de dichtheid schommelt van de scheidingsdichtheid tot deze van de zuivere steen. De scheiding is echter nooit volmaakt en een gedeelte kool geraakt vermengd in de afval. Gezien de belangrijke hoeveelheid dergelijke afval, die in België bijna de helft van de steenkolenvoortbrenging bedraagt, is het niet zonder belang zich af te vragen of het niet mogelijk is hem te valoriseren.

Dit doeleinde vertoont overigens nog andere aspecten.

De wasserij-afval die gewoonlijk naar de steenstort wordt gevoerd geeft nogal dikwijls aanleiding tot branden met min of meer schadelijke uitwasemingen en gevaar tot verschuivingen (2). De huidige ontginning van steenstorten voor de voeding van de stoomketels van centrales is eveneens in aanmerking te nemen indien men daarbij overdenkt dat zekere dezer storten van tamelijk recente datum zijn.

Het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid is derhalve overgegaan tot een voorafgaandelijk onderzoek over de hoeveelheid en de hoedanigheid van de voortgebrachte afvalproducten. De hoeveelheden zijn hierboven aangeduid.

Het eerste deel van deze studie betreft de kwaliteit der wasserij-stenen afkomstig uit 8 wasserijen, liggende in de verscheidene kolenbekkens, en kenmerkend voor de totale Belgische voortbrenging.

Het tweede deel betreft proeven tot vergassing uitgevoerd in Duitsland, met behulp van de Otto-oven, op de wasserij-stenen van een belgische kolenmijn. Deze proeven hebben aangetoond dat deze wasserij-stenen regelmatig kunnen vergast worden om een arm gas voort te brengen dat ter plaatse kan gebruikt worden. De toepassingsmogelijkheden zijn echter begrensd tot schiefers die minstens 15 % totale koolstof bevatten.

Het derde deel is een nota opgesteld door de Heren Mertens, Hellinckx en Verhille, en betreft de mogelijkheden wasserij-stenen te verbranden met het doel stoom te produceren. Deze studie berust op bestaande verwezenlijkingen in Zweden, betreffende afzetsels der distillatie van olielei. De analogie der samenstelling en texture tussen wasserij-stenen en afzetsels van olielei heeft doen vooropstellen dat dezelfde thermische valorisatie methodes toepasselijk zijn.

De tot heden bekomen gegevens laten toe een project voor een verbrandingskamer aangepast aan wasserijstenenverwerking op te stellen, project waaraan voor het ogenblik gewerkt wordt.

INTRODUCTION

Chaque année, en Belgique, les installations de préparation mécanique de charbon produisent 30.000.000 tonnes de houille et 16.000.000 tonnes de déchets comprenant les pierres de triage pour 4.000.000 tonnes et les schistes de lavoir pour 12.000.000 (1).

Ces déchets, et notamment les schistes de lavoir, contiennent une certaine quantité de matière combustible. Le charbon brut, qui est le véritable produit de la mine, est composé d'éléments dont la grosseur varie de 0 à quelques décimètres et dont la nature va du charbon à peu près pur jusqu'au schiste pur, en passant par toutes les proportions intermédiaires. Dans chacune des catégories granulométriques traitées par lavage, la coupure est

(1) Résultats d'une enquête effectuée par Inichar auprès des charbonnages belges.

(1) Uitslag van een onderzoek ingesteld door Inichar bij de belgische steenkolenmijnen.

(2) Verslag van de Commissie der Steenstorten van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid — Annalen der Mijnen van België Juli 1953. IVde Aflevering blz. 549

placée d'après la teneur en cendres exigée du produit lavé et le déchet contient donc nécessairement, même en cas de coupure parfaite, des éléments dont la densité varie de la densité de coupure à celle du schiste pur. La coupure n'est d'ailleurs pas parfaite et des « égarés » du charbon passent dans le déchet. En raison de l'énorme production de ces déchets, qui en Belgique est égale à près de la moitié de la production charbonnière et de leur nature charbonneuse, on doit se demander s'il n'est pas possible de les valoriser.

Cet objectif offre d'ailleurs un autre aspect.

Ces déchets généralement mis à terril donnent lieu assez souvent à des incendies avec émanations plus ou moins délétères et danger de mouvement (2). L'exploitation actuelle de terrils pour l'alimentation de chaudières de centrale est aussi un argument si l'on considère que certains de ces terrils sont assez récents.

Inichar a donc procédé à une enquête préalable portant sur les quantités et qualités de déchets produits. Les quantités sont données ci-dessus. La première partie de la présente étude concerne la qualité des schistes provenant de huit lavoirs situés dans les divers bassins et représentatifs de l'ensemble de la production belge. La seule détermination est la teneur en cendres établies par la méthode ABC 56 20. Les teneurs renseignées vont, en gros, de 70 à 85 % et augmentant avec la granulométrie.

On commettrait une erreur en admettant que le pourcentage restant représente la matière combustible. Les travaux d'Inichar (3) ont montré l'incidence de la décomposition des matières minérales dans les déterminations relatives à un charbon même peu cendreux. A fortiori, cette incidence est-elle accusée dans une matière où la partie minérale est largement prépondérante.

Il fallait donc voir d'abord quelle pouvait être la teneur réelle en matière combustible des déchets et rechercher la correspondance éventuelle, même approchée, entre les teneurs en carbone combustible et en carbone total, cette dernière étant susceptible d'une détermination aisée.

La deuxième partie est relative à des essais de gazéification effectués en Allemagne, dans le four Otto, au moyen de schistes de lavoir en provenance d'un charbonnage belge. Ces essais ont montré que ces schistes peuvent être gazéifiés régulièrement et produire un gaz pauvre utilisable sur place. Les possibilités d'utilisation sont limitées aux schistes contenant au moins 15 % de carbone total.

La troisième partie est une note établie par MM. Mertens, Hellinckx et Verhille. Elle est relative aux possibilités de combustion des schistes de lavoir en vue d'une production de vapeur. Cette étude s'appuie sur les réalisations suédoises en matière de résidus de la distillation des schistes bitumineux.

La similitude de composition et de texture des schistes de lavoir et des résidus de distillation des schistes bitumineux fait présumer que les mêmes méthodes de valorisation thermique sont applicables. Les données acquises actuellement permettent d'établir le projet d'une chambre de combustion adaptée aux schistes de lavoir. C'est ce qui fait l'objet d'un travail en cours actuellement.

DETERMINATIONS ANALYTIQUES

Nous avons ainsi été amenés à étudier la composition des déchets de huit laveries à charbon, réparties dans les divers bassins belges et traitant des couches réparties dans les divers niveaux stratigraphiques du Houiller.

A chaque installation, on prélevait un échantillon de stériles à partir d'un lot important, représentatif de la production d'une journée de travail. Dans chaque cas, on prélevait également un échantillon de charbon, représentatif lui aussi de la même journée de fonctionnement de l'installation.

Nous ne donnerons ci-après que les résultats principaux de l'étude. En ce qui concerne les longues et nombreuses déterminations auxquelles il a fallu recourir, nous renvoyons aux divers Bulletins techniques « Houille et Dérivés », principalement au Bultec n° 7, qui traite de la détermination des matières minérales vraies des houilles; par ailleurs, nous tenons à la disposition des techniciens intéressés le dossier détaillé de l'étude qui comporte une solution nouvelle, semble-t-il, du problème difficile de la détermination de l'eau d'hydratation de la partie silicatée des stériles.

Du point de vue des hypothèses impliquées dans l'enchaînement des déterminations, disons simplement que dans chaque cas l'on déterminait d'abord le degré d'évolution de la partie organique du charbon prélevé; on pouvait d'une façon rigoureuse en déduire sa composition élémentaire. Ayant ensuite déterminé expérimentalement le carbone de la partie organique du stérile, on admettait l'hypothèse de l'identité des matières organiques du stérile et du charbon. Ce rapprochement permettait de calculer et le pourcentage de la partie organique des stériles et la composition élémentaire de cette dernière. L'ensemble des opérations comportait aussi la détermination, suivant le Bultec n° 7, des constituants minéraux des stériles. Cette détermination se faisait d'abord en première approximation en admettant la moyenne générale de 9,65 pour la teneur en eau d'hydratation de la partie silicatée des stériles. Connaissant d'autre part l'eau de combustion brute des stériles et la partie revenant à la matière organique, il devenait possible de calculer exactement la teneur en eau d'hydratation des silicates et de refaire d'une façon plus précise le calcul de la partie minérale des stériles.

Tout le travail est donc en fin de compte basé sur l'hypothèse de l'identité des matières organiques de chaque stérile et du charbon correspondant. Cette hypothèse, plausible en elle-même, se trouve

(2) Rapport de la Commission des terrils d'Inichar, Annales des Mines de Belgique, 1953, juillet, IVe Livraison, p. 549.

(3) Voir Bulletin Technique H. D. n° 7.

Bassins	Charbonnages	No d'ordre laboratoire	Composition % des stériles secs à 100° — Constituants minéraux — Σ_1 (Ms' 37 63) (1)	Décompte (2) — Schistes anhydres (Sch. anh')	Eau d'hydratation (aq')	Pyrite (Pyr')	Carbonates ($Me_2CO'_3$)	Sulfates ($Me_2SO'_4$)	Chlorures (MeCl')	Constituants organiques — Σ_2 (charbon pur des stériles)	Décompte — Carbone (C' corrigé)	Hydrogène (H' corrigé)	Azote et oxygène [O + N]	Soufre (S' org.)	Somme des constit. min. et organ.: $\Sigma_1 + \Sigma_2$	$\Delta = 100 - [\Sigma_1 + \Sigma_2]$
Liège	A	A.D.33/1	82,96	68,35	4,51	6,05	$3,83^1$	$0,18^4$	$0,04^0$	14,41	13,19	0,62	0,48	0,12	97,37	2,63
Campine	B	A.D.33/3	79,36	66,25	4,31	3,50	$5,23^6$	$0,05^6$	$0,01^4$	18,78	17,35	0,73	0,51	0,19	98,14	1,86
	C	A.D.33/5	83,89	71,72	4,45	2,12	$5,51^2$	$0,06^1$	$0,04^1$	14,17	12,50	0,73	0,79	0,15	98,06	1,94
	D	A.D.33/7	81,80	70,88	5,18	1,54	$4,09^5$	$0,06^1$	$0,05^4$	16,98	14,80	0,90	1,13	0,15	98,78	1,22
Charleroi	E	A.D.33/9	88,96	72,12	4,76	0,99	$11,04^5$	$0,03^4$	$0,01^3$	8,64	7,91	0,37	0,29	0,07	97,60	2,40
	F	A.D.33/11	86,51	76,70	4,76	0,44	$4,56^5$	$0,03^9$	$0,01^4$	11,67	10,73	0,48	0,35	0,11	98,18	1,82
Centre	G	A.D.33/13	83,90	72,78	4,65	1,99	$4,36^9$	$0,10^0$	$0,00^7$	14,31	13,08	0,62	0,49	0,12	98,21	1,79
Mons	H	A.D.33/15	85,76	70,88	4,54	1,15	$9,12^0$	$0,06^7$	$0,00^7$	11,75	10,73	0,51	0,41	0,10	97,51	2,49
																Moyenne = 2,02
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

(1) Σ_1 est le poste Ms' 37 63 au tableau 10 du dossier complet, c'est-à-dire la moyenne des résultats obtenus par la méthode de reconstitution et celle de King, Maries et Crossley (cfr formules 37 et 63 du B.T.H.D. n° 7), réserve faite pour les teneurs en eau d'hydratation des silicates, qui ont été déterminées (6,18; 6,09; 5,85; 6,83; 6,19; 5,85; 5,99 et 6,01 respectivement en % des silicates non déshydratés, secs à 100°; teneur moyenne : 6,12 %).

(2) Le décompte a été fait en rapportant au poste Ms' 37 63 les postes obtenus par la méthode de reconstitution (cfr tableau 10 du dossier complet).

confirmée par les bilans de composition que nous présentons au tableau d'ensemble. Bien qu'ils comportent le nombre élevé de dix postes chacun, le bilan le plus défavorable se clôture avec un déficit de 2,63 % seulement.

Du point de vue analytique, il est intéressant de constater d'abord que, pour les huit stériles provenant de gisements fortement éloignés les uns des autres, les teneurs en eau d'hydratation des silicates (cfr. note 1 du tableau) sont à peu près identiques : le plus grand écart des teneurs individuelles avec la teneur moyenne (6,12) n'est que de 0,71 unité.

Un deuxième point à retenir est la façon remarquable dont, dans les huit cas, se clôturent les bilans de constitution (cfr colonnes 15 et 16). Cette constatation confirme singulièrement l'hypothèse de base de l'identité de la matière organique des houilles proprement dites et de celle contenue dans les intercalations stériles des couches et autres impuretés passant dans le charbon brut (faux-murs et faux-toits).

ESSAIS SEMI-INDUSTRIELS DE GAZEIFICATION DE SCHISTES DE LAVOIR

Après avoir procédé à une enquête sur la quantité et la qualité des résidus de lavoir produits en Belgique, il était logique d'entreprendre l'étude de leur valorisation éventuelle. C'est dans le cadre de cette étude qu'Inichar a procédé à des essais de gazéification à l'échelle semi-industrielle. A cet effet, 30 tonnes de schistes de lavoir provenant d'un important charbonnage de Campine ont été envoyées à la station expérimentale de la Firme Dr. C. Otto, à Dahlhausen, près de Bochum.

Nous ne décrirons pas les gazogènes à courant transversal tels qu'ils ont été mis au point par la Firme Dr. C. Otto en vue de la gazéification des résidus cendreux (1). Nous signalerons seulement que c'est un petit four expérimental de 1 à 2 t de capacité journalière qui a été utilisé pour les essais; des recherches menées pendant plusieurs années ont en effet prouvé que la gazéification des déchets cendreux pouvait être réalisée sans difficultés dans des installations industrielles constituées par des chambres de 10 à 60 t de capacité journalière. Il suffit, pour obtenir des données relatives à des installations de grande dimension, de multiplier les résultats obtenus dans le gazogène pilote par le rapport des tonnages traités.

Ce sont les limites économiques de la gazéification des résidus cendreux qui ont déterminé le choix du combustible utilisé pour les essais. L'expérience a montré qu'en général il n'est plus rentable de traiter des schistes dont la teneur en carbone est inférieure à 15 %. De plus, pour qu'une installation de gazéification de résidus de lavoir soit viable à l'échelle industrielle, il faut qu'elle puisse disposer d'un tonnage journalier de stériles de l'ordre de plusieurs centaines de tonnes. Les considérations précédentes justifient le choix d'un charbonnage à capacité de production de l'ordre de plusieurs milliers de tonnes de houille comme lieu d'origine des schistes de lavoir traités. Les caractéristiques de ces derniers sont réunies au tableau I.

TABLEAU I.

Analyse élémentaire (sur sec)	
Teneur en cendres	78,38 %
Teneur en carbone total	14,71 %
Teneur en C provenant du CO_2 des carbonates	0,35 %
Teneur en carbone combustible	14,36 %
Teneur en hydrogène	1,41 %
Teneur en soufre combustible	1,08 %
Température de début de fusion	
en atmosphère réductrice	1260°C
en atmosphère oxydante	1320°C
Analyse granulométrique	
> 40 mm	5,14 %
40 — 10 mm	79,66 %
10 — 1 mm	12,40 %
< 1 mm	2,80 %

On constate donc que les schistes mis en œuvre ont une teneur en carbone à peine égale à la teneur limite inférieure imposée par la rentabilité du procédé. Toutefois, du fait de leur bonne porosité et de la répartition homogène du carbone dans la masse, ils convenaient particulièrement bien pour la gazéification telle qu'on l'a réalisée.

Première période d'essais.

On s'est efforcé au cours de celle-ci de produire du gaz pauvre, destiné par exemple au chauffage des fours, et ceci, à l'aide d'air saturé de vapeur.

Cette période d'essais a duré cinq jours pleins pendant lesquels on a traité 7 tonnes de schistes, soit 1,4 tonne/jour. On a produit 3.900 Nm^3 de

(1) Consulter à ce sujet : Puff W. « Obtention de gaz pauvre par gazéification des déchets de préparation des charbons » - Traduction adaptée de Glückauf du 12 avril 1952, Annales des Mines de Belgique, novembre 1952.
Lorenzen G. «Die Vergasungsbedingungen beim Verarbeiten ballastreicher Brennstoffe » - Brennstoff-Chemie, août 1952, Heft 15/16, p. 233.
Leithe F. et Lorenzen G. « Résultats récents de la gazéification des combustibles très cendreux » - Communication présentée à la Conférence Internationale sur la gazéification intégrale de la houille extraite, organisée par Inichar, à Liège, en mai 1954.

gaz pauvre, soit 32,5 Nm^3 à l'heure ou 557 Nm^3 à la tonne de schiste.

Le gaz produit présentait les caractéristiques moyennes suivantes :

Analyse en % :

CO_2	19,9
CnHm	—
O_2	0,2
CO	5,8
H_2	26,8
CH_4	2,0
N_2	45,3

Pouvoir calorifique inférieur : 1.068 kcal/Nm^3
H_2S 8 g/Nm^3

On a recueilli à la suite de l'essai, 6,5 tonnes de résidus partiellement gazéifiés dont la teneur moyenne en carbone, obtenue par calcul, devait être d'environ 8 %. Ce résidu était composé de morceaux gris-blanc et noirâtres de même dimension que les schistes enfournés et ne présentant aucune trace de scorification. Le fonctionnement du four a été absolument normal et régulier au cours des cinq jours de l'essai et n'a donné lieu à aucune remarque particulière.

La quantité d'air consommé s'est élevée à 315 Nm^3 par tonne de schiste et la vapeur d'eau à 525 kg dont 19 % ont été décomposés dans le gazogène. Les calculs ont établi que des 1.220 Nm^3 d'hydrogène produits au cours de l'essai, 880 Nm^3 proviennent de la dissociation de la vapeur d'eau et 340 Nm^3 (28 % de la quantité totale) de la substance organique des schistes.

Enfin, en partant d'une teneur en C des schistes de 15,7 % (teneur moyenne des schistes enfournés au cours de l'essai), le rendement de gazéification (sur p.c.i.) s'élève à 47,4 % environ. Le pouvoir calorifique du gaz utilisé pour obtenir ce rendement est de 1.096 kcal/Nm^3, obtenu en ajoutant les 28 kcal provenant de l'H_2S contenu dans le gaz au pouvoir calorifique moyen.

Une installation industrielle à grande échelle permettrait d'atteindre un rendement de 55 à 58 %.

Deuxième période d'essai.

On s'est efforcé au cours de celle-ci de produire un gaz relativement plus riche en hydrogène, destiné à la réduction des oxydes métalliques. On a pour cela ajouté de l'oxygène à l'air saturé utilisé pour la gazéification.

Cet essai s'est, lui aussi, déroulé normalement. Il faut toutefois signaler qu'un léger début de scorification et l'accumulation de fines poussières ont rendu nécessaire un ringardage quotidien de la goulotte d'évacuation des cendres.

Les caractéristiques de l'essai sont réunies dans le tableau suivant :

Durée : 3 jours
Quantité de schistes traités : 4,6 t ou 1,53 t/j
Teneur moyenne en carbone : 15,2 %
Résidu recueilli : 4 t ou 1,33 t/j
Teneur en C calculée du résidu : 7,4 %
Gaz produit : 2.360 Nm^3 ou 513 Nm^3/t

Analyse moyenne du gaz :

CO_2	22,4
CnHm	—
O_2	0,1
CO	7,6
H_2	32,8
CH_4	2,1
N_2	35,0

Pouvoir calorifique inférieur : 1.298 kcal/Nm^3
H_2S 8,2 g/Nm^3
Consommation totale d'air : 1.043 Nm^3 ou 225 Nm^3/t schiste.
Consommation totale oxygène pur : 72 Nm^3 ou 16 Nm^3/t schiste (ou 3 % du volume des gaz produits).
Consommation totale de vapeur : 2.670 kg ou 580 kg/t schiste.
Taux de dissociation de la vapeur : 19,8 %.
Rendement de gazéification : 55,8 %.

Troisième période d'essai.

On a essayé au cours de cette troisième période de produire du gaz convenant pour la synthèse de l'ammoniaque, en augmentant la quantité d'oxygène mis en œuvre. A la suite d'un accident survenu à la pompe de circulation des gaz réacteurs, il a fallu interrompre l'essai après 42 heures. A part quelques ringardages des tuyères d'injection, rendus nécessaires par les hautes températures, l'essai s'était cependant jusqu'alors déroulé normalement. Ses caractéristiques sont les suivantes :

Durée : 42 heures.
Quantité de stériles enfournés : 3 t ou 1,7 t/j.
Teneur moyenne en carbone : 17,4 %.
Cendres recueillies : 2,7 t ou 1,55 t/j.
Teneur en C calculée du résidu : 9,9 %.
Gaz produit : 985 Nm^3 ou 328 Nm^3/t schiste.

Analyse moyenne du gaz :

CO_2	27,6
CnHm	—
O_2	0,1
CO	9,1
H_2	42,4
CH_4	3,5
N_2	17,3

Pouvoir calorifique inférieur : 1.737 kcal/Nm^3
H_2S 12,2 g/Nm^3
Consommation totale d'air : 216 Nm^3 ou 72 Nm^3/t schiste.
Consommation totale de O_2 : 84 Nm^3 ou 28 Nm^3/t (ou 8,5 % du volume de gaz produits).
Consommation totale de vapeur : 1.455 kg ou 485 kg/t.
Taux de dissociation de la vapeur : 20,8 %.
Rendement de gazéification : 42 %.

On constate donc que le gaz produit dont le rapport $(CO + H_2)/N_2$ est environ égal à 3, convient pour la synthèse de l'ammoniaque. La consommation d'oxygène est cependant plus élevée que celle prévue, qui devait atteindre 6 % seulement de la quantité de gaz produit.

Quatrième période d'essai.

On a cherché, dans cette dernière période, à produire du gaz convenant pour la synthèse Fischer-Tropsch, c'est-à-dire dont le rapport H_2/CO soit égal à 1,7. On a pour cela ajouté du CO_2 aux gaz réacteurs et diminué la quantité de vapeur mise en œuvre. Du fait de la teneur trop basse en carbone des schistes, on n'a pas pu atteindre la teneur en CO souhaitée.

Cet essai a cependant montré qu'il était possible, lors de la production de gaz de synthèse d'ammoniaque, de réaliser une importante économie de vapeur en recyclant l'anhydride carbonique. On a dès lors continué l'essai en s'efforçant de produire du gaz dont le rapport $(CO + H_2)/N_2$ approchait de 3.

Résultats de l'essai :

Durée : 12 h.
Quantité de stériles enfournés : 700 kg ou 1,4 t/j.
Quantité de cendres recueillies : 630 kg ou 1,26 t/j.
Gaz produit : 191 Nm^3 ou 270 Nm^3/tonne schiste.

Analyse moyenne du gaz :

CO_2	35,3
CnHm	—
O_2	—
CO	10,0
H_2	36,6
CH_4	2,7
N_2	15,4

Pouvoir calorifique inférieur : 1510 kcal/Nm^3.

En supposant nulles les pertes en CO_2, O_2 et air, on peut établir le bilan oxygène suivant pour chaque Nm^3 de gaz produit :

O_2 provenant de l'air	0,0355 Nm^3
O_2 pur	0,1195 Nm^3
O_2 provenant du CO_2	0,1350 Nm^3
	0,2900 Nm^3
O_2 provenant de H_2O	0,1130 Nm^3
O_2 total dans le gaz	0,4030 Nm^3

Il résulte de ce bilan que le recyclage du CO_2 permettrait d'économiser 35 % de la vapeur précédemment nécessaire. Des calculs ultérieurs ont montré qu'à la suite de cela, les besoins en vapeur de l'installation pourraient être couverts par l'emploi d'air, d'oxygène et d'anhydride carbonique saturés et par la récupération de la vapeur produite par le refroidissement des résidus cendreux sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de la vapeur fraîche.

Possibilités de gazéification.

La gazéification constitue donc une des méthodes possibles de valorisation des schistes de lavoir. Cependant, quelle que soit la technique mise en œuvre, il existe une teneur en carbone minimum en dessous de laquelle la gazéification des stériles n'est plus rentable; cette limite se situe, comme on l'a dit plus haut, aux environs de 15 %. A cette teneur limite, on obtient avec de l'air comme comburant, un gaz pauvre dont le pouvoir calorifique inférieur est déjà d'environ 1000 kcal/Nm^3, mais les rendements de gazéification ne sont que de l'ordre de 50 %. Par contre, ces rendements atteindraient 70 % environ pour des mixtes à 25 % de carbone et le pouvoir calorifique du gaz serait alors d'environ 1200 kcal/Nm^3.

Il faut malheureusement constater que, pour un seul des huit schistes examinés dans l'étude qui précède, le carbone organique excède quelque peu la teneur minimum de 15 %. Dans la grande majorité des cas, le fonctionnement des installations de préparation est donc poussé au delà des limites donnant encore lieu à une possibilité de récupération intéressante. A première vue, il semble donc que la gazéification des stériles ne puisse être envisagée en Belgique.

En fait, si l'on tient compte de la possibilité de gazéification de façon rentable des résidus plus riches en carbone, l'économie même du fonctionnement des installations de préparation mécanique peut être réexaminée. Il y a lieu de se demander s'il ne faut pas modifier la technique actuelle, qui consiste à adopter une coupure placée de façon telle que les schistes ne contiennent plus que le minimum de carbone.

En d'autres termes, il est bien possible qu'il soit plus économique de déplacer la coupure de lavage afin de laisser dans les schistes une quantité de carbone plus élevée qu'actuellement et de procéder par après à la gazéification de ce produit plus riche en carbone. Il importe cependant de noter que le résidu cendreux résultant de la gazéification des schistes contient encore environ 8 % de C, quelle que soit la teneur au départ. Dans le cas des schistes à 15 %, cette teneur élevée en carbone résiduaire explique le rendement de gazéification qui se situe aux environs de 50 % (en effet, $(15 - 8)/15 \cong 0{,}50$). Par contre, si l'on augmente la teneur en carbone des schistes mis en œuvre, le résidu cendreux contenant toujours 8 % de carbone, le rendement de gazéification s'améliore $[(25 - 8)/25 \cong 0{,}70]$. L'aspect économique de la gazéification des schistes de lavoir peut dès lors se résumer dans la question suivante : le coût élevé de cette opération de gazéification serait-il compensé par le bénéfice résultant de la valorisation des quelques % de carbone supplémentaires compris entre la teneur en carbone actuelle des schistes, et les 8 % du résidu gazéifié, valorisation réalisée avec un assez bon rendement en relevant la teneur en carbone des schistes de lavoir, par déplacement de la coupure ?

* * *

Il existe une autre technique de valorisation des schistes de lavoir qui a sur la gazéification l'avantage de s'appliquer à des produits dont la teneur en carbone peut être inférieure à 15 % et qui conduit beaucoup plus loin l'épuisement du carbone : il s'agit de la combustion.

On trouvera dans l'article qui va suivre une intéressante étude de ce mode de valorisation.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'UTILISATION THERMIQUE DES SCHISTES DE LAVOIR

par E. MERTENS, L. HELLINCKX et R. VERHILLE.

Les schistes de lavoir contiennent des quantités de carbone combustible assez variables; le tableau I donne quelques exemples (1) :

TABLEAU I

Teneurs en carbone de schistes de lavoir.

Schiste n°	*Origine*	*Carbone total %*	*Carbone des carbonates %*	*Carbone combustible %*
6291	Charbonnage de Wérister, siège Romsée	9,79	0,76	9,03
6292	Charbonnage de Wérister, siège José	13,08	0,69	12,39
6300	Charb. de Gosson La Haye et Horloz à Tilleur	13,68	0,56	13,12
6301	Charb. de la Grande Bacnure à Coron-Meuse	14,80	1,07	13,73
6302	Charbonnage de Ans et Rocour à Ans	22,09	0,51	21,58

La masse de matière combustible qui s'en va ainsi chaque année au terril constitue une quantité importante de calories à peu près totalement perdue en ce moment.

On estime qu'en Belgique les schistes de lavoir représentent près de 12 000 000 de tonnes par an. Si l'on admet un contenu moyen de carbone combustible de 14 %, on arrive à une perte annuelle de 1 600 000 t de carbone, soit l'équivalent de 1 800 000 tonnes de charbon à 85 % de carbone; ce qui fait 6 % de la production totale.

Cependant, la valorisation des schistes se heurte à des difficultés qui ont rendu jusqu'à présent la plupart des procédés inopérants.

Trois méthodes de valorisation sont prises en considération actuellement : la distillation, la gazéification et la combustion.

Les deux premiers procédés nécessitent un apport de calories qui ne peuvent, économiquement parlant, être prélevées qu'aux schistes mêmes. C'est-à-dire que la distillation, ainsi que la gazéification, n'échapperont pas à la nécessité d'une combustion du carbone contenu dans le schiste ou dans le résidu de la distillation.

Le troisième procédé vise plus directement la valorisation thermique en vue de la production de la vapeur et de l'énergie électrique.

Tandis que les deux premiers procédés semblent n'être applicables qu'à partir de teneurs en carbone relativement élevées, sans doute au-dessus de 15 %, la combustion au contraire, ainsi qu'il résulte d'expériences industrielles sur des combustibles de structure assez semblable, est possible pour des teneurs plus faibles.

* * *

Le problème qui se pose dans l'un et l'autre cas, est celui de la combustion du carbone dispersé dans une roche inerte, laquelle subsiste après combustion.

Au fur et à mesure de la progression du feu la diffusion de l'oxygène et des gaz de combustion est de plus en plus influencée par l'épaisseur de la gangue et sa porosité.

La figure 1 est une coupe dans un échantillon de schiste soumis durant une heure à l'action du feu.

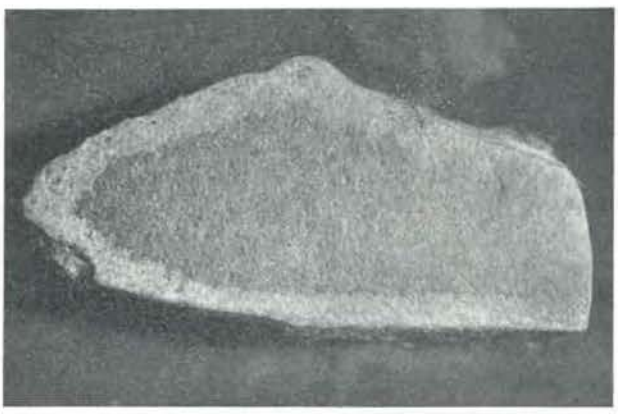


Fig. 1. — Coupe dans un échantillon de schiste au cours de la combustion. La bordure blanche est la zone inerte qui subsiste après combustion; la zone centrale foncée est la masse imbrûlée.

* * *

(1) Les échantillons de schistes nous ont été fournis par l'entremise de M. Venter, Directeur d'Inichar, que nous remercions pour son aide bienveillante. Nous lui devons également les statistiques relatives au tonnage de schiste.

La cinétique de telles réactions est comparable à celle étudiée par Fischbek (1) et tout particulièrement par Stalhane (2), Wetherill et Furnas (3) dans le cas de la réduction des oxydes métalliques.

La vitesse d'une réaction est directement proportionnelle à la force agissante et en raison inverse de la résistance. Celle-ci se compose d'une résistance chimique et d'une résistance de diffusion. D'une façon générale on peut écrire :

$$(1) \qquad V = F/(R_{ch.} + R_{dif.})$$

La force agissante F est représentée par la différence de pression d'oxygène de l'atmosphère ambiante et la pression à l'équilibre au front de réaction; soit Δp cette différence. La résistance chimique est en raison inverse de la constante de vitesse k de la réaction, à la température considérée, ainsi que de la surface de réaction S; elle est exprimée par $1/kS$.

La résistance de diffusion du gaz dans la porosité de la gangue est en raison inverse du coefficient de diffusion D et proportionnelle à l'intégrale du quotient des épaisseurs de gangue dl, par la surface s offerte au passage :

$$\frac{1}{D} \int \frac{dl}{s}$$

Si dm est la masse de matière enlevée par combustion pendant le temps dt, on a :

$$(2) \qquad -\frac{dm}{dt} = \frac{\Delta p}{\frac{1}{ks} + \frac{1}{D} \int \frac{dl}{s}}$$

Appliquons cette relation à une masse de forme sphérique de rayon r :

$$(3) \qquad -\frac{dm}{dt} = \frac{\Delta p}{\frac{1}{k\, 4\pi r^2} - \frac{1}{D} \int_{r_0}^{r} \frac{dr}{4\pi r^2}}$$

où r_0 est le rayon de la sphère à l'état initial.

Soit x la fraction de la masse initiale m_0 brûlée, on a :

$$(4) \qquad x = \frac{m_0 - m}{m_0} = \frac{r_0^3 - r^3}{r_0^3}$$

introduisons la densité δ :

$$(5) \qquad \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{m_0} \cdot \frac{dm}{dt} = -\frac{1}{(4\pi/3)\, r_0^3\, \delta} \cdot \frac{dm}{dt}$$

ce qui donne

$$(6) \qquad \frac{dx}{dt} = \frac{\Delta p/\delta}{\frac{r_0}{3k}(1-x)^{-2/3} + \frac{r_0^2}{3D}[(1-x)^{-1/3} - 1]}$$

Après intégration, tenant compte de ce que, pour $t = o$, on a aussi $x = o$, il vient :

$$(7) \qquad t = \{\frac{r_0}{k}[1 - (1-x)^{1/3}] + \frac{r_0^2}{2D}[1 - (1-x)^{2/3}] - \frac{r_0^2}{3D} x\} \frac{\delta}{\Delta p}$$

On peut déterminer maintenant la durée nécessaire à la combustion complète. Celle-ci correspond à $x = 1$, d'où :

$$(8) \qquad t_t = \frac{(\frac{r_0}{k} + \frac{r_0^2}{6D})\, \delta}{\Delta p}$$

Lorsque la résistance chimique peut être négligée vis-à-vis de la résistance de diffusion, la relation (7) prend la forme :

$$(9) \qquad t' = \{\frac{r_0^2}{2D}[1 - (1-x)^{2/3}] - \frac{r_0^2}{3D} x\} \frac{\delta}{\Delta p}$$

et la durée de combustion complète sera :

$$(10) \qquad t'_t = \frac{r_0^2\, \delta}{6D\, \Delta p}$$

Ayant déterminé le coefficient de diffusion par des essais préalables, on peut au moyen des relations précédentes fixer la durée de la combustion pour des éléments sphériques.

* * *

Pour des éléments de formes quelconques, seule l'expérience peut nous guider. Dans ce but, on a choisi trois types de schistes, à la dimension utilisée au lavoir, soit 10/20 mm. Ils ont été placés dans un four à moufle et portés, selon l'essai, à 800 ou à 900°C, en atmosphère renouvelée.

Le tableau II donne la progression de la combustion en fonction du temps. La première colonne donne la teneur en carbone combustible avant combustion, les trois colonnes suivantes, les teneurs en carbone, respectivement après 1, 2 et 3 heures.

(1) K. Fischbeck, Z. Elektrochem. 39, 316 (1933).

(2) B. Stalhane, Jernkontorets Ann. 95 (1929); 1 (1950).

(3) W.H. Wetherill et C.C. Furnas, Ind. Eng. Chem. 26, 983 (1934).

TABLEAU II

Progression de la combustion dans des schistes de lavoir.

Schiste n°	Carbone combustible			
	avant	après		
	%	1 h %	2 h %	3 h %
Essai à 800°C				
6291	9,03	2,66	1,34	0,56
6301	13,73	4,47	2,38	0,69
6302	21,58	9,60	3,25	0,64
Essai à 900°C				
6291	id.	1,83	0,51	0,45
6301	id.	4,10	1,46	0,73
6302	id.	5,76	1,69	0,69

Ces valeurs sont reportées au diagramme de la figure 2.

Le tableau III donne, exprimé en pour-cent, le degré d'élimination du carbone combustible.

TABLEAU III

Degré d'élimination du carbone combustible en fonction du temps.

Schiste n°	Essai à 800°C			Essai à 900°C		
	1 h %	2 h %	3 h %	1 h %	2 h %	3 h %
6291	70,6	85,2	93,8	79,7	94,3	95,0
6301	67,4	82,7	94,9	70,2	89,3	94,6
6302	55,6	85,0	96,1	73,3	92,2	96,8

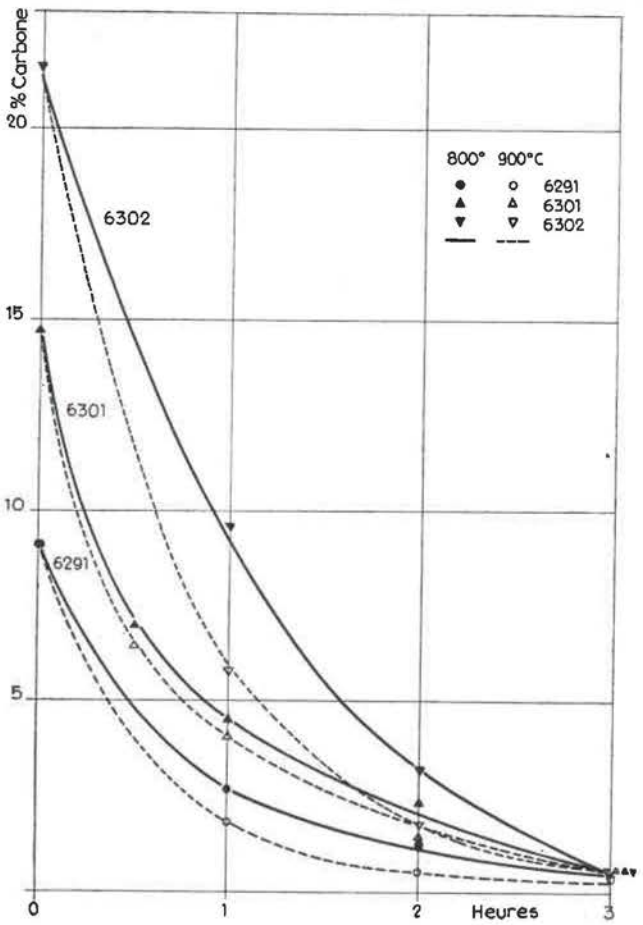


Fig. 2. — Progression de la combustion dans des schistes de lavoir.

On constate que, dans les conditions de l'expérience, on atteint déjà à 800°C, au bout de 2 h, un haut degré de combustion. A cette température, la double diffusion amenant, d'une part, l'oxygène au front de combustion et, d'autre part, éloignant les produits de la combustion, a pu se réaliser sans trop de résistance à travers la porosité de la matière inerte.

* * *

Un tel mécanisme peut se maintenir aussi longtemps qu'il ne se produit aucune modification profonde de la structure de l'écran inerte. Dans ces conditions, la vitesse de progression de la combustion est influencée uniquement par l'élargissement de la zone que les gaz doivent traverser dans la masse poreuse. Mais si la structure se modifie, l'allure de la courbe de vitesse peut changer du tout au tout.

Si la température s'élève, une telle modification peut se produire dans le schiste à l'approche du « sintering ». A ce moment, l'agglutination des grains rétrécit le passage par où s'écoulent le comburant et les gaz de combustion et rend la diffusion de plus en plus lente. Si la température s'élève encore, la fermeture du canal d'accès peut devenir totale et arrêter la combustion. C'est ce que mettent bien en évidence les résultats du tableau IV.

Cet essai a été effectué en introduisant des grains de schiste dans un four porté à des températures croissantes et dans lequel, comme au cours des essais précédents, régnait un renouvellement d'air. La durée de combustion dans le présent essai était chaque fois d'une demi-heure. L'essai a porté sur l'échantillon n° 6301.

de combustion de 70 % en une demi-heure, mais à 1 175°C la combustion est bloquée par l'apparition du phénomène de fusion.

Généralement, il convient de rester de 200° en dessous de la température du sintering.

* * *

TABLEAU IV

Influence de la température sur le degré de combustion.

Température °C	*Carbone imbrûlé %*	*Degré de combustion %*	
800	6,99	49,1	
900	6,43	53,2	
1 000	3,93	71,4	Le sintering commence
1 100	3,91	71,5	entre 1 000-1 100°C.
1 175	5,00	63,6	Début de fusion.

Ces valeurs sont portées au diagramme de la figure 3.

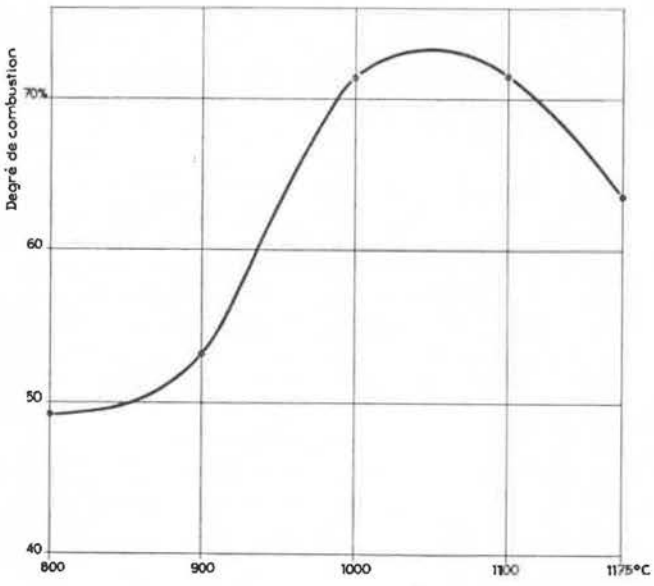


Fig. 3. — Influence de la température sur le degré de combustion.

On constate qu'à partir de 1 000°C, il se produit une modification dans l'allure de la courbe figurant le degré de combustion en fonction de la température. Entre 1 000 et 1 100°C, la courbe passe par un maximum, puis elle s'infléchit rapidement. C'est qu'à partir de cette température l'apport de l'oxygène se fait avec plus de lenteur. Un écran de moins en moins perméable se forme au fur et à mesure de l'obstruction des pores par l'agglutination. A 1 175°C, la combustion s'arrête par suite de la fusion superficielle.

On tire de cette expérience la conclusion que, si l'on veut brûler du carbone fortement dispersé dans un support minéral poreux, il importe de maintenir la température nettement en dessous du début du sintering. Pour l'expérience en cause, en restant en dessous de 1 000°C, on atteint un degré

Un problème similaire à celui de l'utilisation thermique des schistes de lavoir de charbonnages s'est présenté pour le traitement des résidus, dénommés coke, de la distillation des schistes bitumineux. Ce problème est maintenant résolu techniquement. Des chambres de combustion de ces résidus fonctionnent depuis quelques années aux usines de la Svenska Skifferölje A.B., à Kvarntorp en Suède.

Le résidu de la distillation contient de 10 à 12 % de matière combustible, surtout du carbone et du soufre. Le pouvoir calorifique de ce résidu est de 1 100 kcal/kg.

Les foyers utilisés à cet effet sont de grandes chambres de maçonnerie, où le combustible, sous une épaisseur de 3,50 m, repose sur un fond constitué de rouleaux de déchargement, qui évacuent régulièrement la masse volumineuse des cendres.

La limitation de la température au sein de la masse en combustion se fait au moyen de tubes La Mont parcourus, soit par de l'eau, soit par une émulsion de vapeur et d'eau. Ces tubes repliés en épingle à cheveux, ne sont distants que de 10 cm de façon à éviter toute surchauffe de la matière minérale. La température de sintering étant 950°C, il faut que le système La Mont draine assez de calories pour ne pas dépasser, en aucun point du foyer, 750°C.

La figure 4 donne la coupe d'un foyer de combustion de résidus de distillation de schistes suivant le principe suédois (1).

Le combustible descend par la trémie de chargement 1 sur le cône distributeur 4. De là il se déverse dans la chambre de combustion entre les tubes La Mont. L'air est admis par les canaux 7, disposés immédiatement en dessous des rouleaux

(1) Johansson et Hedback — Recent Possibilities for Development by means of modern Retorts for Oil Shale and modern Boilers for Shale Coke. — Fourth World Power Conference, London 1950.

de déchargement 8. En 9 se trouve une garde d'eau combinée avec l'enlèvement des cendres; parfois les cendres sont assez froides pour être prises directement en charge par une courroie transporteuse en caoutchouc. L'alimentation des tubes La Mont 5 se fait par 2, tandis que la vapeur est collectée en 3. La commande des rouleaux de déchargement est automatique et fait corps avec les supports 6.

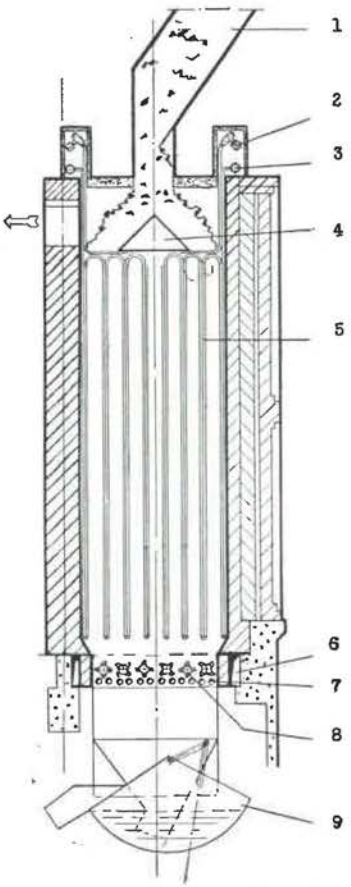


Fig. 4. — Foyer suédois pour combustibles fortement cendreux.

La vapeur de l'usine est produite uniquement par la combustion des résidus de la distillation. Il y a deux types de foyers, correspondant aux deux systèmes de fours utilisés.

Les nouveaux fours système Kvarntorp qui vont être généralisés, déversent le coke chaud dans une chambre de combustion qui fait corps avec l'appareil distillatoire. Il n'y a donc pas de perte de calories ni de frais de transport. Ces foyers passent 700 kg/h de résidus au m², les gaz d'évacuation ont une teneur de 10 à 12 % de CO_2. Les anciens fours Rochesholm et à tunnel nécessitent le transport du coke, à 400°C environ, vers les batteries de foyers du type de la figure 4.

La vapeur produite à 30 atm est surchauffée à 450°C dans des tubes en alliage à 13 % de chrome. Cette surchauffe se fait maintenant dans les fours mêmes de combustion des résidus. Les 40 fours de cette espèce produisent journellement 1 200 t de vapeur surchauffée. On atteint aisément un rendement de combustion de 60 %.

La centrale électrique comprend actuellement trois turbines Stal alimentant deux alternateurs de 8 000 kVA et un troisième de 12 000 kVA, ce qui porte la capacité totale à 28 000 kVA. Les soutirages à 10 et 2,5 atm servent aux opérations de distillations et de rectifications des huiles et aux divers services de l'usine.

* * *

La similitude de composition et de texture des schistes de lavoir et des résidus de distillation des schistes bitumineux fait présumer que les mêmes méthodes de valorisation thermique sont applicables. Les données acquises actuellement permettent d'établir le projet d'une chambre de combustion adaptée aux schistes de lavoir. C'est ce qui fait l'objet d'un travail en cours actuellement.

24-12-53

Institut de Chimie Industrielle,
Université de Louvain.

Matériel minier

Notes rassemblées par INICHAR

UN NOUVEL APPAREIL POUR NETTOYER LA SAIGNEE LORS DU HAVAGE AU MUR (1)

La British Jeffrey Diamond vient de mettre au point un nouveau type d'appareil pour nettoyer les saignées de havage, dénommé « Gum-Flinger ». Il s'attache à l'extrémité arrière de la haveuse comme un gummer ordinaire.

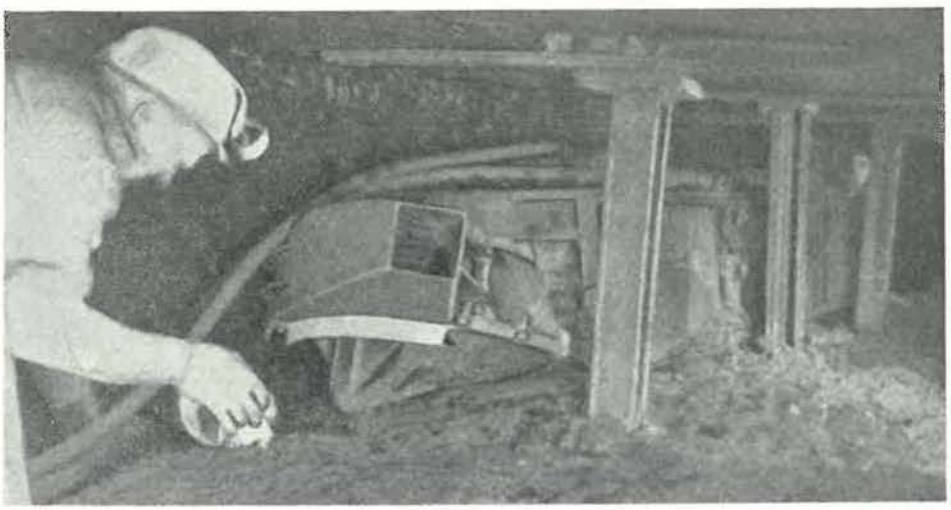


Fig. 1. — Gum-Flinger attaché à une haveuse « Acc » de 15 pouces.

Il présente sur celui-ci deux avantages :

1) en plus de nettoyer le havrit au fur et à mesure qu'il est amené hors de la saignée par le bras de havage, il le projette littéralement dans les remblais par dessus le convoyeur de taille, économisant ainsi le ou les pelleteurs qui suivent habituellement la haveuse. Le jet atteint une hauteur de 35 cm et une longueur de 5 m;

2) la saignée est parfaitement nettoyée par une barre spéciale fixée à une console arrière de la haveuse. La construction et la réalisation mécanique de cette barre sont telles qu'elle peut suivre toutes les ondulations du mur sans demander d'effort supplémentaire au « Gum-Flinger ».

Le « Gum-Flinger » est constitué d'un boîtier en acier divisé en deux compartiments.

Une roue à trois palettes tourne dans le compartiment inférieur dont les parois sont percées d'ouvertures pour l'entrée et la sortie du havrit.

La transmission spécialement souple du mouvement de la haveuse à la roue à palette est logée dans le compartiment supérieur.

Le moteur est protégé par une goupille qui se cisaille lors d'à-coups ou lors de surcharges éventuelles. Elle se place à un endroit facilement accessible entre le flinger et la haveuse.

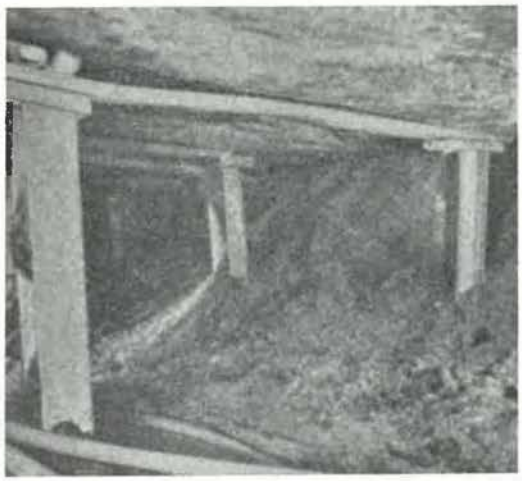


Fig. 2. — Remblai effectué par le Gum-Flinger.

(1) Colliery Guardian, 1954 - 3 juin.

L'axe de la roue à palettes est incliné. Elle ramasse le havrit au point le plus bas et l'éjecte au point le plus haut. La puissance du jet est augmentée par la forme de l'orifice d'échappement spécialement étudiée.

Des tôles de garde côté front et côté remblai sont disposées pour diriger le havrit dans le compartiment de la roue à palettes.

La figure 1 représente un « Gum-Flinger » attaché à une haveuse « Ace » de 15 pouces. L'orifice d'échappement à travers lequel les déchets de havage sont projetés au remblai est bien visible.

La seconde photographie (fig. 2) prise après le passage de la haveuse montre comment le havrit est projeté au remblai. On peut juger de la force de projection à la façon dont les déchets adhèrent aux étançons métalliques.

TUYAUX DE REMBLAYAGE TREMPES PAR INDUCTION

Les tuyaux ordinaires en acier à 80 et 90 kg/mm² de résistance ne présentent pas d'usure exagérée avec les schistes de lavoir. Dans ce cas, ils sont économiques. Mais, l'emploi de plus en plus généralisé de pierres de bouveaux concassées donne lieu à une usure prématurée de ces tuyaux.

Dans le cas du remblayage pneumatique, le tuyau n'est pas soumis uniquement à l'usure par frottement, mais à une combinaison d'usure par frottement et par choc. Pour résister, le métal doit être à la fois dur et tenace.

Après de nombreuses recherches, la firme Brieden construit actuellement un tuyau de remblayage, le « Zebra », qui répond à ces exigences.

Ces tuyaux sont trempés et recuits par induction. Ce procédé crée dans le tuyau des zones annulaires trempées et recuites, régulièrement espacées et spécialement résistantes à l'usure. Lors de l'essai des premiers tuyaux, il apparut que leur résistance à l'usure dépendait uniquement de la résistance des parties dures et que les parties tendres n'étaient pas enlevées par les éléments de remblayage.

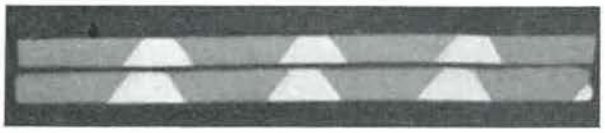


Fig. 3. — Alternance de parties dures et tendres.

La figure 3 montre une coupe où apparait l'alternance de parties dures et tendres disposées obliquement par rapport à l'axe du tuyau. Les zones blanches, les plus petites, restent élastiques et empêchent le bris du tuyau sous l'action de coups ou de chocs.

Du fait de l'introduction du tuyau dans la bobine d'induction, les zones dures sont portées à une dureté de 600 unités Brinell et du fait du retrait, sont recuites à environ 400 à 500 unités Brinell.

La figure 4 montre un tuyau « Zebra » supporté sur deux appuis distants de 2 m et soumis à un effort de flexion.

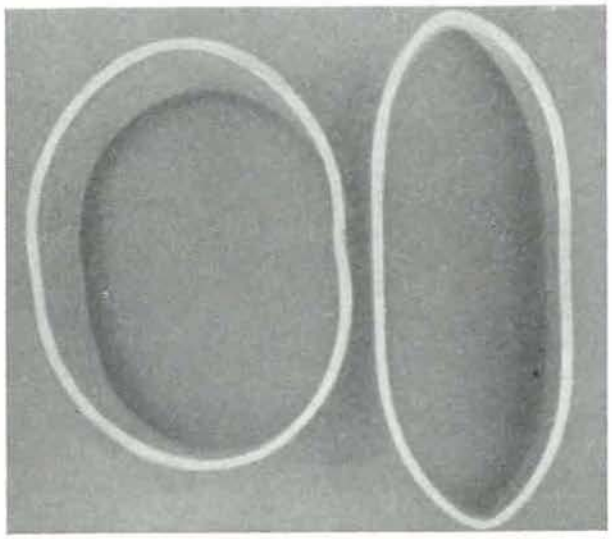
Fig. 4. — Tuyau soumis à un effort de flexion.

TABLEAU I.

Essai de flexion sur tuyau de remblayage pneumatique

Distance entre points d'appui : 2.000 mm			
Charge kg	Charge kg	Déformation mm	Déformation mm
100	0	6.400	6,6
400	0	6.800	7,2
800	0,2	7.200	7,9
1.200	0,5	7.600	8,3
1.600	1,0	8.000	9,0
2.000	1,3	8.400	9,8
2.400	1,8	8.800	10,5
2.800	2,2	9.200	11,0
3.200	2,7	9.600	12,3
3.600	3,1	10.000	13,8
4.000	3,7	10.400	14,9
4.400	4,1	10.800	15,8
4.800	4,6	11.200	17,0
5.200	5,0	11.600	19,3
5.600	5,5	12.000	22,0
6.000	6,0	12.200	28,0

Le tableau I donne la mesure des déformations obtenues en fonction des différentes charges appliquées à mi-distance entre les deux appuis. Une déformation de 28 mm a été atteinte pour une charge de 12.200 kg. On a obtenu une déformation de 200 mm sans rupture ni craquelure dans la partie tendue du tuyau.



A B

Fig. 5. — Tuyaux soumis à un effort d'écrasement.

La figure 5 montre un essai d'écrasement de deux tuyaux différents.

Le tuyau A est trempé et non recuit. Le tuyau B a été recuit. L'influence du recuit est visible à la déformation des deux tuyaux.

Pour le tuyau A :

à 12 % de compression : les zones dures cassent;

à 23 % de compression : la longueur totale du tronçon essayé se craquelle au-dessus et en dessous.

Pour le tuyau B :

à 47 % de compression : les zones dures cassent sur les côtés;

à 67 % de comparaison : des craquelures apparaissent sur toute la longueur du tronçon essayé.

La particularité du remblayage pneumatique est que, à l'usure par frottement, s'ajoute une usure par choc à laquelle une texture tenace résiste mieux qu'une texture très dure. La résistance à l'usure n'est pas proportionnelle à la dureté.

DISPOSITIF DE PROTECTION SUR TETE MOTRICE DE CONVOYEUR A BANDE ENTRAINEE PAR MOTEUR A AIR COMPRIME (2)

Le principe du fonctionnement du bouchon fusible du Cerchar disposé, soit sur la jante, soit sur le flasque du tambour a été décrit dans le Bulletin Technique d'Inichar n° 34, p. 663-664. Dans le premier cas, le bouchon fusible est placé dans une coupelle vissée sur la jante du tambour au milieu d'une génératrice. Sur la base du fusible prend appui l'extrémité d'un levier articulé autour d'un point fixe solidaire du tambour et sollicité par un ressort l'appliquant sur le fusible (fig. 6).

L'autre extrémité du levier commande une tige coulissant dans l'arbre du tambour et concentrique à celui-ci. L'extrémité de cette tige dépasse le bout de l'arbre. Lorsque le fusible fond, le ressort agit sur le levier et celui-ci entraîne la tige, c'est le mouvement de translation de cette tige qui assure la coupure de l'alimentation du moteur. En variante, on a disposé le bouchon fusible sur le flasque du tambour opposé au réducteur de vitesse. Le mode d'action est identique au premier système.

Avec ces deux dispositifs, quand le fusible fond, on dispose pour arrêter le moteur de l'énergie potentielle d'un ressort tendu; cette énergie est faible; il ne faut pas en effet qu'une forte tension du ressort entraîne le cisaillement du bouchon fusible et l'arrêt intempestif de la tête motrice.

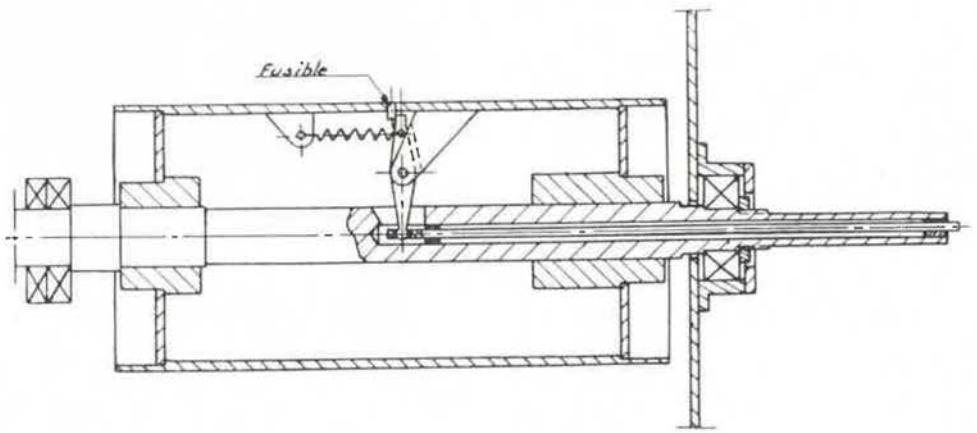


Fig. 6. — Bouchon fusible sur la jante du tambour.

Avec une commande électrique, le problème ne pose aucune difficulté; avec une commande à air comprimé, la tige coulissante ne peut assurer la commande directe de la vanne d'alimentation du moteur.

(2) Publication Cerchar n° 531, mars 1954.

Le dispositif de protection décrit ci-dessous est applicable à une tête motrice entraînée par un moteur à air comprimé.

Le montage suivant est utilisé (fig. 7). L'alimentation de la tête motrice est commandée par la vanne à membrane A, orifice 50 mm, montée sur la canalisation d'air comprimé. Cette vanne est ouverte quand sa membrane est sous pression et fermée quand celle-ci est en communication avec l'atmosphère. Une dérivation sur la canalisation d'air comprimé, sur laquelle sont placées 2 vannes B et C et une vanne D à commande par levier, permet de mettre le réservoir R, qui se trouve au-dessus de la membrane, en communication avec la canalisation amont.

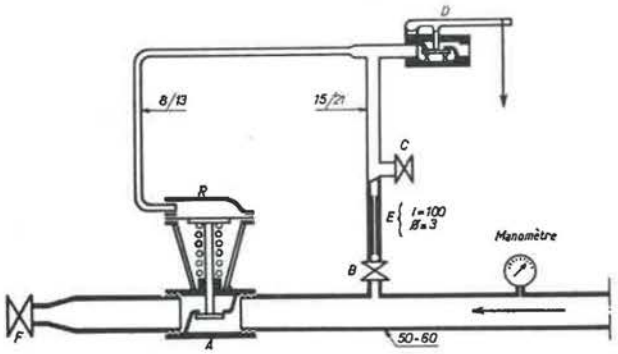


Fig. 7. — Dispositif de protection pour tête motrice entraînée par un moteur à air comprimé.

Un orifice calibré E entre B et C permet de limiter le débit dans la dérivation.

Un manomètre en amont contrôle la pression de l'air comprimé d'alimentation et une vanne F en aval de A constitue une perte de charge réglable représentant celle d'un moteur à air comprimé.

Fonctionnement du dispositif.

1) Fonctionnement normal :

La vanne D est normalement fermée et F partiellement ouverte. Si B est fermée et C ouverte, le réservoir R qui se trouve au-dessus de la membrane de A est en communication avec l'atmosphère, la vanne A est fermée et il n'y a pas de débit en F. Si on ouvre B et ferme C, le réservoir R au-dessus de la membrane de A est mis en communication avec la canalisation amont sous pression, A s'ouvre et il y a apparition du débit en F.

2) Fonctionnement comme dispositif de sécurité.

Le réglage des vannes étant établi de façon à avoir un débit en F, c'est-à-dire F partiellement ouverte, B ouverte, C fermée et D fermée, la seule action sur le levier de manœuvre de la vanne D provoque la décharge de la membrane A, la fermeture de cette vanne et la disparition du débit en F.

L'ouverture de la vanne D est obtenue pour un déplacement de l'extrémité de son levier de l'ordre de 12 mm sous un effort de l'ordre de 1 kg quand la pression de l'air comprimé d'alimentation est comprise entre 4 et 5 kg/cm² effectifs.

Cet effort et ce déplacement sont largement disponibles à l'extrémité de la tige coulissant dans l'arbre du tambour de la tête motrice équipée avec un dispositif de protection à bouchon fusible.

La protection de la tête motrice contre un éventuel échauffement repose sur le bon fonctionnement de la vanne A et le montage décrit ci-dessus a l'avantage de donner lieu à de nombreuses vérifications de ce fonctionnement qui intervient à chaque commande normale de la tête.

LE NOUVEAU LOCOTRACTEUR DE MINES DEUTZ-DIESEL HYDRAULIQUE A DEUX CABINES [3]

par le Dipl.-Ing. Hallerbach.

La longueur toujours croissante des transports horizontaux dans les mines et l'utilisation généralisée en Europe des wagonnets sur rails ont nécessité la création de locotracteurs rapides et puissants.

La firme Deutz vient de mettre sur le marché un locotracteur de mine Diesel hydraulique de 90 CV avec :

a) l'installation de deux postes de commande en vue d'améliorer les conditions de visibilité;
b) une boîte de vitesse automatique pour faciliter la conduite et ménager le véhicule, en particulier le moteur de propulsion;
c) une augmentation du poids d'adhérence pour obtenir des forces de traction plus élevées au démarrage et, ce qui est pour le moins aussi important, pour accroître les forces de freinage.

La figure 8 donne une vue d'ensemble de la nouvelle machine.

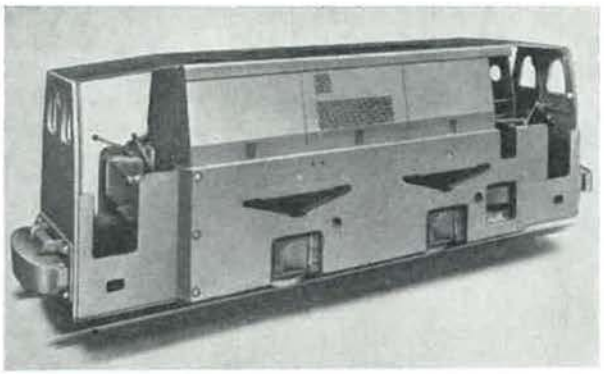


Fig. 8. — Vue d'ensemble du locotracteur, Humboldt-Deutz. 14 tonnes, 90 CV.

La forme extérieure, simple et complètement lisse, s'adapte bien au profil habituel des parcours dans les mines.

Les ressorts de suspension et les paliers des essieux sont logés dans des ouvertures du châssis. L'entraînement des deux trains de roues se fait sans bielle ni chaîne. Les cabines, largement dimensionnées, sont boulonnées au corps même du locotracteur. Le conducteur, toujours assis dans le sens de la marche, jouit d'une excellente visibilité

(3) Extrait de la Conférence donnée par le Dipl. Ing. Hallerbach de la Société Klocckner-Humboldt-Deutz A.G. à Cologne sous les auspices de la Société Locorail et à l'occasion de la Foire Internationale de Liège - avril 1954.

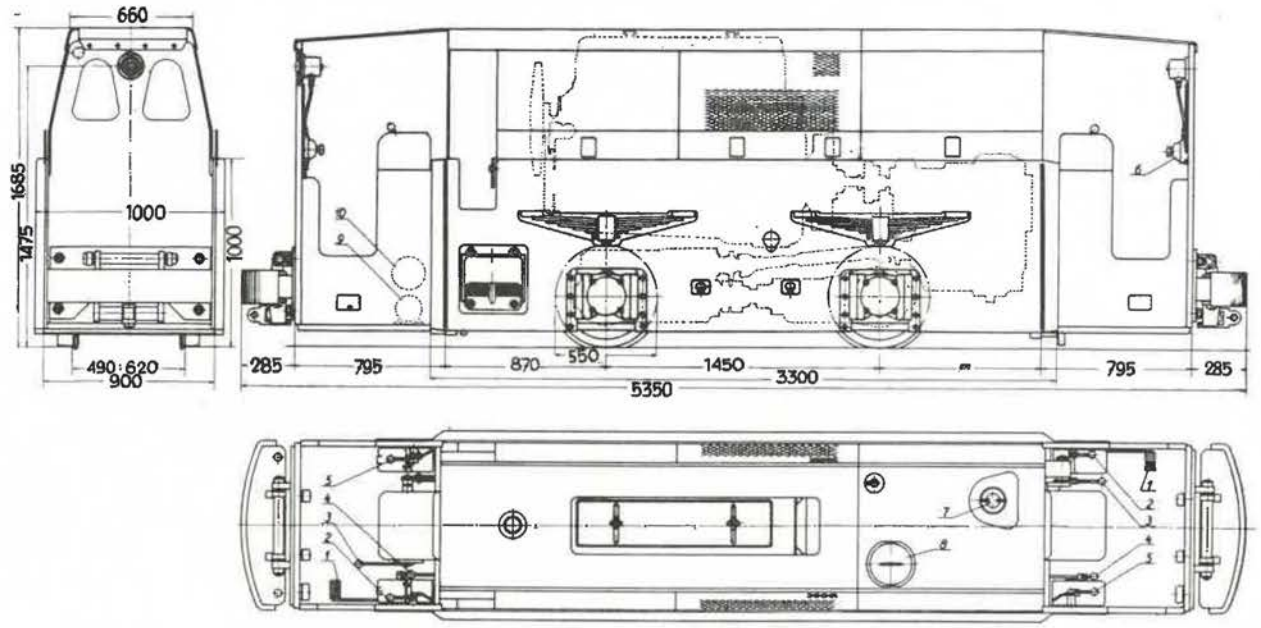


Fig. 9. — Croquis coté du locotracteur Humboldt-Deutz 14 t 90 CV.

du parcours. Les deux hublots des faces frontales sont garnis de glaces de sécurité et protègent le conducteur contre la poussière et le vent. Les cabines ainsi que les dispositifs d'accrochage et de tamponnement, fixés par boulons, sont en exécution extrêmement robuste et résistante. Le conducteur a une sensation de sécurité parfaite. Le croquis côté (fig. 9) donne les dimensions d'encombrement du locotracteur qui, malgré le poids élevé de 14 t et les cabines avant et arrière, ne dépassent guère les dimensions habituelles. Le locotracteur en ordre de marche a une longueur totale hors tampons de 5.350 mm. Après démontage des deux cabines, la longueur restante — pour le transport — n'est que de 3.300 mm. La hauteur de 1685 mm au-

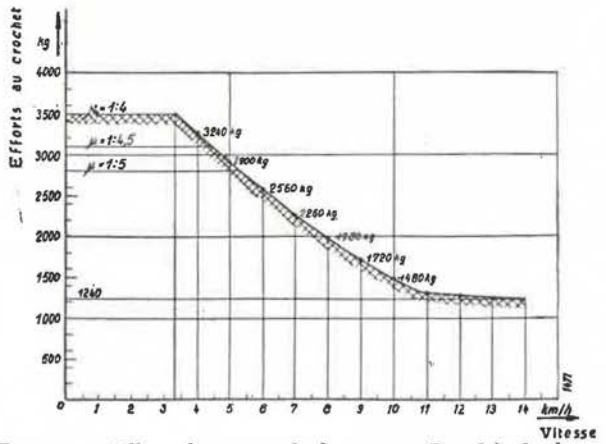


Fig. 10. — Efforts de traction du locotracteur Diesel hydraulique Humboldt-Deutz A6M 517/52 — Diagramme de traction (Puissance à l'entrée de la boîte de vitesse 82 CV à 1200 t/m — Poids en ordre de marche 14 t).

μ = coefficient d'adhérence entre poids adhérent et effort de traction.

μ = 4 sur rails secs, voire sablés.

dessus du rail reste dans le cadre des dimensions usuelles. La plus grande largeur, après démontage des deux plaques latérales de lestage, est de 900 mm. L'empattement relativement court de 1450 mm permet de franchir aisément des courbes de 15 m de rayon.

Le diagramme figure 10 donne l'effort de traction en fonction de la vitesse en km/h.

On dispose d'un effort maximum de traction au crochet d'environ 3.500 kg, valeur basée sur un coefficient de frottement de 1/4.

L'effort maximum de traction permet de rouler jusqu'à environ 3,3 km/h. A une vitesse de 6 km/h, on dispose d'un effort de traction de 2.560 kg et, à la vitesse de 10 km/h de 1480 kg environ. A la vitesse de marche maximum de 14 km/h, l'effort de traction est de 1240 kg. Les charges brutes remorquées qui correspondent à ces exemples sont indiquées dans le tableau II.

On s'est basé sur une résistance au roulement et à l'accélération de 10 kg/t en palier et ligne droite. La résistance supplémentaire sur pentes se chiffre à 1 kg/t par 1/1000 de pente et la résistance supplémentaire dans les courbes a été calculée d'après la formule : Résistance supplémentaire = 150/R kg/t. R = rayon de courbure.

L'adaptation correcte de la vitesse de marche aux conditions du parcours a lieu de manière entièrement automatique sans l'intervention du conducteur.

S'il s'agit de transport de personnes, la transmission peut être prévue pour obtenir des vitesses de pointe plus élevées (maximum 26 km/h), bien entendu au détriment de l'effort de traction.

Examen des parties essentielles de la machine.

Moteur Deutz Diesel A 6 M 517 à 4 temps, réglé définitivement à la vitesse de 1200 t/m et à la pression effective de 5 kg/cm² afin d'assurer

II. - TABLEAU DES CHARGES REMORQUEES

(correspondant aux efforts du précédent diagramme)

Charges brutes en tonnes suivant déclivités et courbes (au niveau de la mer en climat tempéré)

Déclivités	Alignement	Rayon des courbes 100	50	40	30	Alignement	Rayon des courbes 100	50	40	30	Alignement	Rayon des courbes 100	50	40	30	Alignement	Rayon des courbes 100	50	40	30
1 : ∞ = Palier	350	302	266	246	228	256	220	194	179	166	148	127	111	102	94	124	106	92	85	78
1 : 500 = 2 ‰	289	256	228	214	200	211	186	166	155	145	121	106	94	87	81	101	88	78	72	67
1 : 400 = 2,5‰	276	246	220	206	194	202	179	160	150	140	116	102	90	84	79	96	85	75	70	65
1 : 300 = 3,3‰	259	232	210	196	185	189	168	152	142	134	108	95	85	80	75	90	79	71	66	61
1 : 200 = 5 ‰	228	206	188	178	168	166	150	136	128	121	94	84	76	71	67	78	70	63	59	55
1 : 100 = 10 ‰	168	156	144	138	131	121	112	103	98	94	67	61	56	54	51	55	50	46	44	41
1 : 60 = 16,6‰	123	116	109	105	101	87	82	77	75	71	47	44	41	39	37	39	35	33	31	30
1 : 50 = 20 ‰	107	101	96	93	90	76	72	68	66	63	40	37	35	34	32	32	30	28	27	25
1 : 30 = 33,3‰	70	67	65	63	61	48	46	44	43	42	23	22	21	20	19	18	17	16	15	15
Vitesse correspondante	3,3 km/h = 0,9 m/s					6 km/h = 1,7 m/s					10 km/h = 2,8 m/s					14 km/h = 3,9 m/s				
Effort au crochet correspondant en palier et ligne droite	3500 kg					2560 kg					1480 kg					1240 kg				

Exemple : Sur une rampe de 2,5 ‰ en courbe de 50 m le locotracteur remorque à la vitesse de 6 km/h une charge de 160 tonnes.

Les charges brutes sont calculées d'après le diagramme des efforts de traction sur la base d'une résistance au démarrage, en palier et en ligne droite, de 10 kg par tonne remorquée, avec résistance supplémentaire dûe aux courbes de 150/R en kg par tonne. Si la résistance n'est que de 8 kg par tonne, les résultats numériques pour le palier et la ligne droite sont à majorer de 25 %.

une combustion irréprochable à tous les régimes de charge. La puissance développée dans ces conditions est de 90 CV et la teneur en CO des gaz d'échappement et de 0,04 % vol pour des gaz non dilués.

Deux filtres modernes, à bain d'huile, assurent un bon filtrage de l'air aspiré afin d'augmenter la durée de service des chemises de cylindre des pistons et des soupapes, malgré les conditions généralement poussiéreuses dans les mines.

Les pressions sont réduites dans la pompe à injection et dans les tuyauteries par suite de l'injection de combustible dans une chambre de précombustion. Le refroidissement du moteur se fait par circulation d'eau. Le carter du moteur est muni de pattes latérales très solides qui permettent de le boulonner de façon absolument rigide sur le châssis.

Le locotracteur est équipé d'un double dispositif de démarrage permettant la mise en marche du moteur, soit à la main par démarreur à inertie, soit au moyen de l'air comprimé. Le démarrage par air comprimé est surtout prévu pour les départs à froid dans la remise où l'on dispose généralement de l'air comprimé à basse pression (6 kg/cm²). La manivelle pour le démarrage à la main se place indistinctement du côté gauche ou droit du locotracteur. Afin de faciliter l'opération de démarrage, l'embrayage à disques, monté dans le volant, peut être dégagé en manœuvrant un levier qui se trouve dans la cabine.

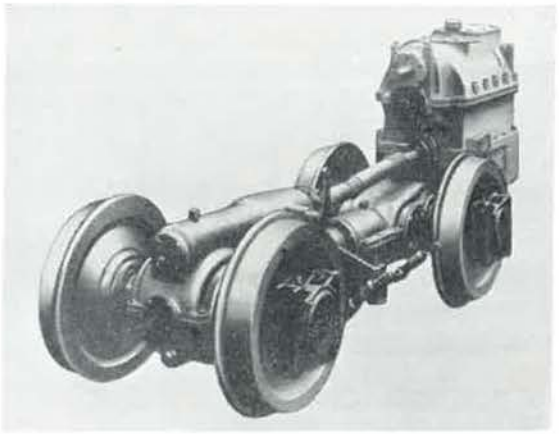


Fig. 11. — Vue de la transmission du locotracteur Humboldt-Deutz, 14 tonnes 90 CV.

La transmission (fig. 11) est constituée par une boîte de vitesses hydraulique de la firme Voith commandant par un arbre de cardan un démultiplicateur à l'avant, contenant également le renversement de marche et, par un autre arbre de cardan, un démultiplicateur arrière. Les démultiplicateurs sont dans l'huile et protégés de la poussière. La boîte de vitesse hydraulique, qui comporte un étage transformateur et un étage de couplage, ajuste automatiquement la vitesse du locotracteur aux variations de la voie et de la charge remorquée. Il en résulte une diminution de fatigue du moteur et

de la transmission, ainsi qu'une sensible économie de combustible. Le châssis est en acier soudé de 60 mm d'épaisseur. Il repose sur les essieux munis de boîtes à rouleaux par quatre robustes ressorts à lames disposés dans des ouvertures du châssis.

La conduite peut se faire indistinctement aux deux extrémités du locotracteur, le machiniste est toujours assis face à la direction qu'il prend.

Les organes de commande sont : (fig. 9).

1) Pédale de commande de la sablière.
2) Manette du signal d'avertissement.
3) Levier de commande du frein mécanique.
4) Levier d'inversion de marche.
5) Levier commandant la marche, en combinaison avec le frein à pression d'huile.
6) Interrupteur d'éclairage.

Les dimensions des cabines ont été fixées de manière à permettre à un homme normal de s'y asseoir commodément. Siège et dossier sont rembourrés, les hublots sont vitrés.

L'ensemble de l'installation de commande a été simplifié à un tel point que, pendant le parcours, le conducteur ne doit pratiquement manœuvrer qu'un seul levier, celui commandant la marche et qu'il tient toujours de la main droite.

Le frein mécanique manœuvré par le levier à main n'est employé que comme frein de blocage à l'arrêt.

On a adopté le système de freinage hydraulique à cause de ses avantages : sécurité absolue de fonctionnement, manœuvres extrêmement simples, action très douce, encombrements très réduits, surveillance et entretien faciles. La quantité d'huile sous pression, amenée au cylindre de freinage, pouvant être réglée avec grande précision au moyen du levier de commande de marche, l'effort de freinage peut être amené de zéro à sa valeur maximum. Les dimensions du cylindre de freinage ainsi que les leviers du tringlage de commande du frein sont choisis de telle sorte que, lorsque le levier de commande de marche se trouve sur la position de freinage maximum, l'effort de freinage correspond à 50 % du poids du locotracteur. Ceci, afin d'éviter le blocage des roues.

Les locotracteurs sont équipés avec tous les dispositifs antigrisouteux requis, empilages de plaques à l'aspiration d'air et à l'échappement, collecteur d'échappement refroidi par eau, injection d'eau à l'extrémité de ce tuyau collecteur pour refroidir les gaz, barbotage des gaz d'échappement dans l'eau avant leur sortie à l'air libre.

Un appareil spécial de contrôle de l'eau d'injection interrompt l'alimentation du moteur Diesel en combustible, aussitôt que, pour n'importe quelle raison, le réservoir pourrait manquer d'eau, par exemple, par un oubli de remplissage.

Un éclairage antidéflagrant à courant alternatif de 12 V est livré normalement avec le locotracteur. Chaque face frontale du locotracteur possède un phare avec lampe Bilux. Il permet de donner un éclairage intensif ou atténué.

Deux interrupteurs représentés schématiquement figure 12 permettent d'obtenir toutes les combinaisons désirables. Lorsque le moteur est arrêté, le phare s'éteint, le courant alternatif ne permettant pas l'utilisation d'accumulateurs. La lampe portative du conducteur sert alors d'éclairage de secours.

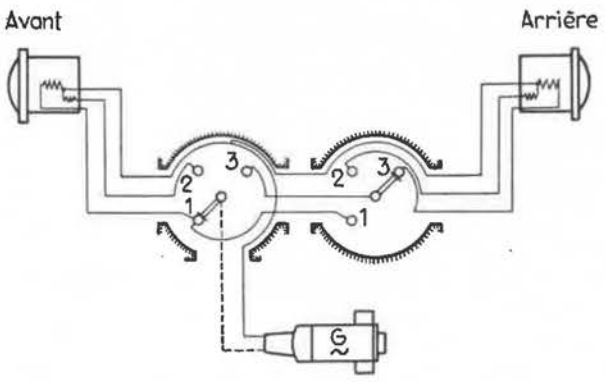


Fig. 12. Schéma d'installation d'éclairage du locotracteur Humboldt-Deutz 14 tonnes 90 CV.

DISPOSITIF POUR LE PROLONGEMENT DE LA VOIE PENDANT LE CREUSEMENT DE LA GALERIE (4)

Dans les galeries où le transport se fait en berlines, les voies sont ordinairement établies au moyen de rails ayant 5 à 6 mètres de longueur.

Au creusement pour faciliter l'avancement de la berline à front, on dispose généralement des tronçons de voie de 1, 2 et 3 m de longueur. Pour éviter les placements et enlèvements successifs de morceaux de rails, on peut employer un cadre métallique constitué de cornières et de plats et qui se glisse exactement dans l'entrevoie (fig. 13).

(4) Montan Rundschau - mars 1954.

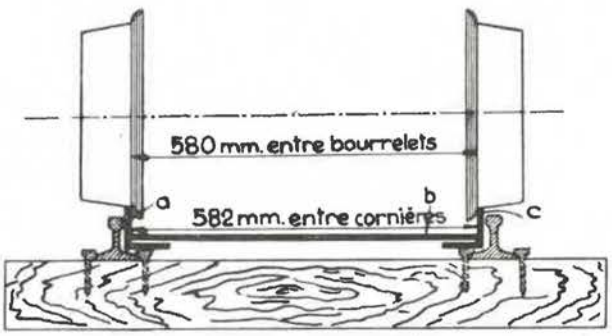


Fig. 13 En haut. — Coupe montrant le cadre placé entre les rails de la voie.

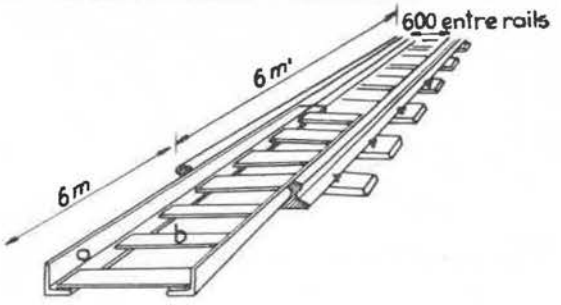


Fig. 14 En bas. — Cadre métallique glissé en partie à l'extérieur de l'entre-voie.

Les cornières de 70/70/9 (a) ont 6 m de longueur et sont maintenues à distance au moyen des plats (b). Les extrémités des cornières sont chanfreinées pour faciliter le passage de la berline des rails sur les cornières.

Grâce au jeu de 10 à 20 mm qui existe ordinairement entre l'écartement des rails et l'écartement des roues, pour permettre l'inscription des berlines dans les courbes et éviter le calage des roues entre rails, la berline peut sans difficulté rouler sur les ailes verticales des deux cornières du cadre métallique.

Ce cadre métallique peut être avancé et reculé en quelques secondes et permet d'amener les berlines à front du creusement (fig. 14). Ce système employé depuis plusieurs mois dans une mine de kaolin a révélé les avantages suivants :

1) Gain de deux heures de travail nécessaires pour le placement et l'enlèvement successifs des bouts de voie pour un avancement de 6 m.
2) La mise en œuvre d'un matériel plus léger et plus transportable que le jeu de rails provisoires.
3) Possibilité d'approcher, à tout moment et sans perte de temps, la berline aussi près qu'on le désire du lieu de chargement.

Ce système est aussi applicable lors de l'utilisation de pelles mécaniques.

GRISOUMETRE JAPONAIS RIKEN-KEIKI (5)

1) Principe de l'appareil.

Le fonctionnement du grisoumètre Riken-Keiki est basé sur une mesure différentielle de l'indice de réfraction du mélange air - grisou après élimination de la vapeur d'eau et du gaz carbonique.

La figure 15 indique le principe utilisé. Une source lumineuse S constituée par une ampoule électrique, suivie d'un condensateur optique C, donne

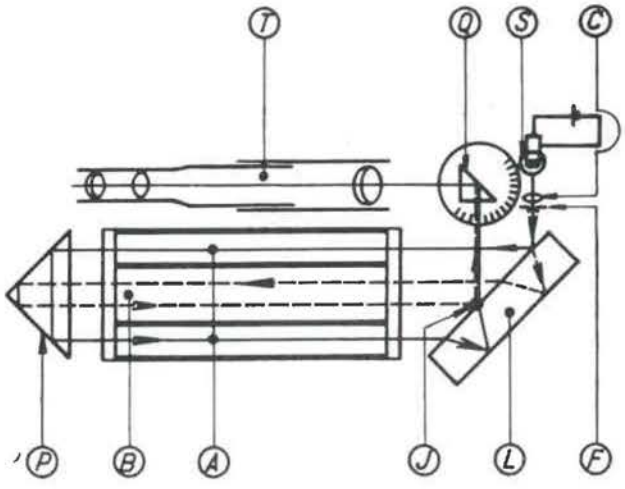


Fig. 15. — Principe de l'appareil.

au travers d'une fente F un mince pinceau de rayons parallèles réfléchis par la lame à faces parallèles L. Les rayons réfléchis par la face supérieure traversent la chambre A, subissent une double réflexion totale dans le prisme P, repassent dans la chambre A inférieure et sont à nouveau réfléchis par la lame L. Ceux réfléchis par la face inférieure traversent la chambre B, subissent aussi la double réflexion totale dans le prisme P, repassent dans la chambre B et sont à leur tour réfléchis par la lame L. Les deux faisceaux lumineux se confondent en J et tombent sur le second prisme à réflexion totale Q qui les envoie dans la lunette T.

La différence des parcours optiques des deux pinceaux lumineux produit un système de franges d'interférences dont la partie centrale est observable dans la lunette T. On règle, en orientant le prisme Q, la frange centrale du système d'interférences sur le zéro d'une graduation placée dans l'oculaire de la lunette T lorsque les chambres A et B sont remplies d'air pur.

Si la chambre B vient ensuite à être remplie par un gaz dont l'indice est différent de celui de l'air, le chemin optique du pinceau de rayons qui la traverse est modifié, ce qui entraîne comme conséquence le déplacement du système de franges d'interférences observé dans la lunette. Il suffit alors de lire la nouvelle position de la frange centrale sur l'échelle placée dans l'oculaire de T pour connaître l'indice de réfraction du gaz emplissant B (fig. 16). Bien entendu, cette échelle est directe-

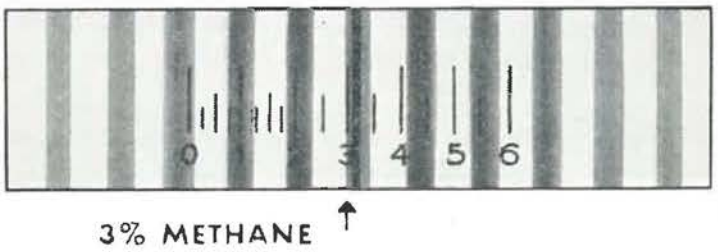


Fig. 16. — Franges à interférences observées dans la lunette.

ment graduée en %. de CH_4, ce qui implique que soient éliminés tous les facteurs (CO_2,H_2O) autres que le méthane susceptible de faire varier l'indice du gaz emplissant B par rapport à celui de l'air emplissant A et que soient réalisées les égalités de pression et de température entre les milieux de A et de B.

2) Structure interne de l'appareil.

La structure interne du grisoumètre Riken-Keiki suit très exactement le schéma de la figure 15. Les différents organes de l'appareil sont visibles sur la figure 17 où l'on reconnaît :

— l'ampoule S, sa pile d'alimentation U, le condensateur optique C et la fente F cachés par le support N;
— la lame à faces parallèles L;
— le prisme à réflexion totale P;
— le prisme de réglage de zéro Q;
— la lunette constituée par la lentille K et l'oculaire E.

Les chambres A et B non visibles, sont ménagées dans un même bloc de laiton H afin d'en assurer l'équilibre thermique.

(5) Pulication Cerchar n° 534.

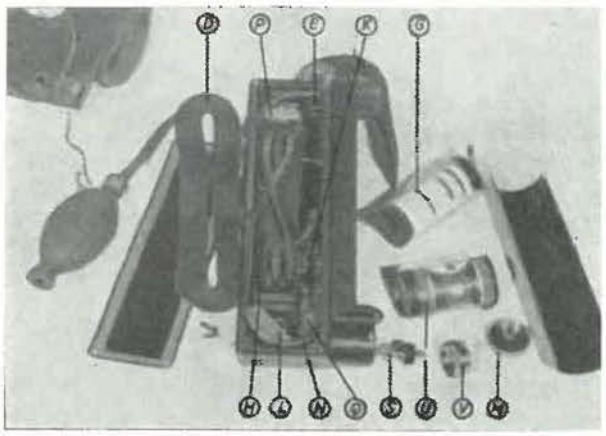


Fig. 17. — Disposition interne du grisoumètre Riken-Keiki.

Toutes les pièces de la partie optique sont montées sur des supports permettant un réglage. Celui-ci une fois effectué par le constructeur, ces pièces sont immobilisées par un vernis.

La chambre A doit contenir de l'air pur et les gaz contenus en A et B doivent être en équilibre de pression. Ces conditions sont réalisées en rendant les deux demi-chambres A étanches par rapport au milieu extérieur et en les faisant communiquer avec le milieu extérieur uniquement par un tube capillaire de 3 m de longueur environ : D, permettant de réaliser l'équilibre statique des pressions, mais évitant la diffusion de gaz étrangers dans la chambre A.

On distingue sur la figure 17 les tubes étanches reliant les deux chambres A (en diagonale) et celui les reliant au capillaire. La cartouche filtrante G, qui contient une chaux sodée spéciale additionnée de réactif coloré, permet de débarrasser le gaz admis dans la chambre B de son humidité et du CO_2 éventuellement présent.

Fig. 18. — Grisoumètre sorti de sa sacoche pour recharge de la cartouche filtrante ou chargement de pile.

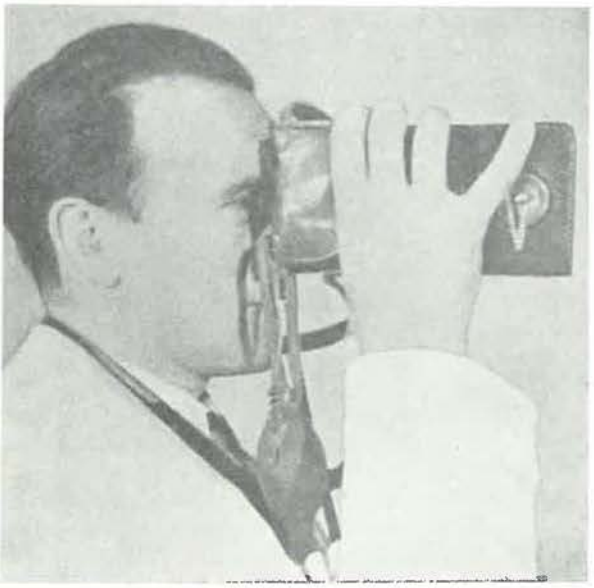


Fig. 19. — Utilisation du grisoumètre.

3) Aspect extérieur de l'appareil.

Il se présente sous la forme d'un parallélépipède de 40 × 90 × 190 mm constitué par un bâti monobloc en alliage d'aluminium coulé sur lequel viennent se fixer les différents organes (fig. 17 et 18). L'une des faces latérales est amovible et donne accès à la pile et à la cartouche filtrante. L'ampoule S est immobilisée au moyen de la bague V, protégée elle-même par le couvercle vissé M.

Pour son utilisation dans la mine, le grisoumètre est placé dans une sacoche de cuir. L'inaccessibilité des organes internes (pile, cartouche, ampoule,

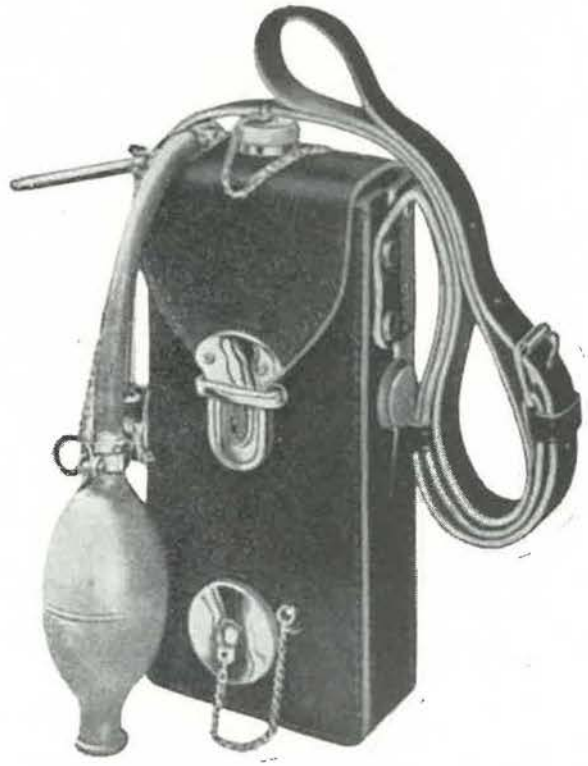


Fig. 20. — Grisoumètre dans sa sacoche pour le transport.

etc...) est assurée par un collier en clinquant d'acier visible au premier plan de la figure et qui est verrouillé par le système de fermeture de la sacoche, muni d'une clé.

L'appareil, placé dans sa sacoche de protection et de transport, a pour dimensions hors-tout 50 × 100 × 200 mm. Seuls, restent alors accessibles :

— l'oculaire E, protégé par un couvercle métallique imperdable (fig. 18 et 20);
— le bouton de réglage du zéro, actionnant le prisme Q. Ce bouton, dont le réglage n'a en principe pas à être fréquemment retouché, est protégé par un couvercle vissé imperdable (fig. 19 et 20);
— le bouton de mise sous tension de l'ampoule (fig. 18) protégé par une feuille de caoutchouc souple.

Afin de permettre le rinçage et le remplissage de la chambre B en gaz à doser, le grisoumètre est muni d'une poire aspirante et d'un tube de prélèvement de gaz. Son poids en ordre de marche est d'environ 1.500 g. Son prix départ Tokio est de 107 dollars US (Novembre 1953).

4) Emploi du grisoumètre.

Après avoir vérifié au jour que, lorsqu'on remplit la chambre B avec de l'air pur, la frange centrale observée dans l'oculaire est bien sur le zéro de la graduation, il suffit à l'opérateur de bien rincer cette même chambre, au moyen de cinq ou six coups de poire, avec le gaz à doser, d'appuyer sur le bouton de mise sous tension de l'ampoule et de lire directement la nouvelle position de la frange repérée sur l'échelle de l'appareil. L'échelle de lecture du grisoumètre Riken-Keiki, type 17 est graduée de 0 à 6 % CH_4.

LAMPES PORTATIVES AVEC TUBES FLUORESCENTS (6)

Depuis quelque temps, on est parvenu à rendre « de sécurité » les installations fixes d'éclairage par fluorescence et plus rien ne s'oppose à l'établissement dans la mine de réseaux d'éclairage par tubes lumineux.

La première lampe portative avec tubes fluorescents vient d'être construite (fig. 21).

Elle répond aux conditions suivantes :

1) elle a un grand pouvoir éclairant au moins pendant 10 heures;
2) elle a un poids voisin de celui de la lampe à incandescence;
3) ses accus ont une vie au moins égale à celle des accus des autres lampes;
4) elle résiste aux manipulations brutales;
5) elle est de sécurité.

L'introduction d'une capacité et d'une self dans le secondaire du transformateur, créant un circuit de résonance, pare à deux grands inconvénients :

1) elle évite l'oxydation des contacts du récepteur (oxydation d'autant plus rapide que le courant coupé est plus grand) en réalisant un courant pratiquement nul au moment de l'ouverture du circuit;
2) elle augmente la vie du tube fluorescent en alimentant le tube par un courant sinusoïdal. Les lampes alimentées par un courant distordu qui présente des pointes vieillissent prématurément.

Une batterie Ni - Cd de 20 Ah donne le courant nécessaire. Batterie et transformateur sont enveloppés dans une matière plastique (Ultramid) et logés dans un boîtier en tôle d'acier.

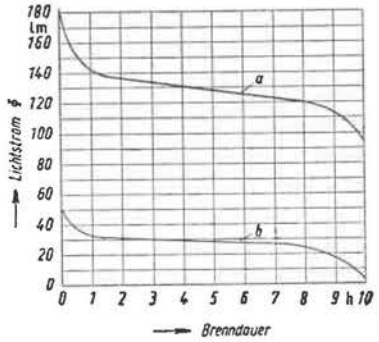


Fig. 22. — Pouvoir éclairant d'une lampe fluorescente (a) et d'une lampe fluorescente (b) en fonction du temps d'éclairage
Brenndauer : temps d'éclairage
Lichtström : flux lumineux

La lampe pèse 5,7 kg contre 5,4 kg pour la lampe à incandescence. Le tube enroulé en spires alimenté sous 550 V consomme 15 mA. La courbe *a* fig. 22 donne le flux lumineux de la lampe en fonction du temps d'éclairage. Il atteint 180 lumens avec la batterie complètement chargée et une moyenne de 135 lumens pendant les 8 heures d'éclairage.

Un grand avantage du tube fluorescent est la faible diminution de son pouvoir éclairant avec la chute de tension aux bornes de la batterie. Il n'en est pas de même pour les lampes à incandescence.

La courbe *b* fig. 22 donne le flux lumineux de la lampe à incandescence en fonction du temps d'éclairage. Après 8 heures de fonctionnement, ce flux est réduit à la moitié de sa valeur primitive alors qu'il n'a diminué que de 1/3 pour le tube fluorescent.

(6) Elektrotechnische Zeitschrift 1954, 1er mars.

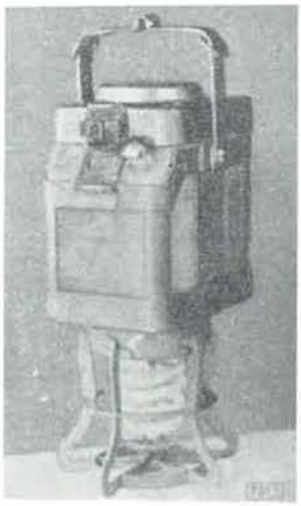


Fig. 21. — Lampe portative avec tubes fluorescents.

FOIRE DE BETHUNE — JUIN 1954

Les trois Sociétés suivantes : « L'Equipement Minier » « Porte et Gardin » et « Stéphanoise de Constructions Mécaniques » ont organisé à Béthune (Pas-de-Calais) du 22 au 27 juin 1954, une exposition de matériel de mines pour les travaux du fond.

A cette occasion, ces constructeurs ont présenté :

— un prototype d'abatteuse-chargeuse conçu par le Groupe de Béthune des Houillères du Bassin du Nord et Pas-de-Calais, étudié par la Société « L'Equipement Minier » avec la collaboration de l'inventeur, M. Valantin, et construit par la Société « Porte et Gardin » et la Société « Stéphanoise de Constructions Mécaniques »;
— un convoyeur blindé à raclette CBS. I 350;
— des pousseurs courts à prolonge en duralumin et en acier;
— une tête motrice à bande normalisée de 64 CV, type D 240 T 30;
— du matériel de scrapage;
— des boulons de toit E.M. type « Spirecrou »;
— des étais coulissants de voie E.M.;
— des canars d'acrage orientables E.M.

Vu l'intérêt du matériel exposé, une description détaillée des engins et leurs caractéristiques seront données dans la prochaine livraison des « Annales des Mines de Belgique ».

Le matériel de préparation mécanique Humboldt à la Foire Internationale de Liège 1954 (1)

Considérations technologiques générales et du domaine spécial de la technique des vibrations relatives au processus de criblage et conséquences quant à la construction de machines à cribler

par le Dr. Ing. DECKER
(Sté Kloeckner-Humboldt-Deutz A. G., Cologne).

Mouvements des grains de matière dans la masse.

Beaucoup de publications traitant de la construction de machines à cribler, se basent sur un mouvement idéalisé des grains de matière sur le tamis. On en déduit des rapports mathématiques qui ne correspondent pas à la réalité, attendu qu'on se trouve presque toujours en présence d'une masse de grains dont le comportement d'ensemble est très différent de celui du grain isolé.

Comme les grains se trouvent le plus souvent englobés dans une couche de matière, leurs mouvements propres sont entravés. Dans ces conditions, le freinage que subissent les grains de gros calibre est moindre — par suite de leur masse — que le freinage subi par les grains de plus fin calibre. Par conséquent, des phénomènes de séparation se présentent dans la masse de matière en traitement — phénomènes de séparation qui exercent une influence sensible sur le processus de criblage. Ces phénomènes ressemblent à ceux qui se produisent dans les bacs laveurs et ont comme résultat, en plus d'une séparation d'après la densité, un classement suivant la grosseur des grains, si bien que les grains fins et de densité plus élevée se meuvent en direction du fond du caisson de criblage. Le travail de criblage est favorisé, lorsque les phénomènes de séparation dans la masse s'accomplissent facilement et rapidement dans l'espace de peu de vibrations.

Humidité.

L'humidité enrobe chaque particule de matière, ainsi que la garniture de criblage, d'une pellicule ultra-fine qui devient commune en tous les points de contact des grains composant la masse.

Entre les grains de matière se forme un film capillaire de liquide, qui se termine en « ménisque ».

Ce film capillaire soude les grains les uns aux autres et il est nécessaire de faire intervenir de fortes impulsions extérieures pour surmonter ces forces agglomérantes, surtout lorsqu'il s'agit d'eau possédant une tension superficielle élevée. Les forces capillaires augmentent lorsque la surface spécifique des grains s'accroît, ce qui fait que les fins calibres ou « grains adhérents » ne peuvent être détachés que par un rinçage intense.

Les conditions les plus difficiles se présentent (pour le charbon par exemple) lorsqu'il s'agit de fines mailles, de grains les plus fins et d'humidités moyennes entre 8 et 20 %.

Lorsque la teneur en eau est faible ou très élevée, les conditions de criblage sont meilleures. Ce comportement est dû à une diminution des forces capillaires en rapport avec l'augmentation de l'épaisseur du film humide. Dans l'entretemps, on a découvert dans la pratique des méthodes pour réduire les limites entre lesquelles le criblage est défavorable. Par un échauffement de la garniture de criblage, l'eau y adhérant est vaporisée, ce qui empêche l'effet de capillarité entre matière et garniture de se manifester et évite dans une mesure importante le colmatage des mailles. La température la plus favorable se situe pour la houille entre 30 et 60°C. Les températures plus élevées provoquent l'adhérence du charbon et le colmatage des mailles. Dans des cas spéciaux, pour le coke par exemple, on améliore la dissociation de la masse et du même coup les possibilités de criblage, par une faible ajoute d'huile à la matière à traiter. Vu que la tension superficielle de l'huile n'atteint que le tiers de celle de l'eau, les forces capillaires s'en trouvent diminuées de manière correspondante.

(1) Résumé d'un cycle de conférences organisées par la Société Locorail à l'occasion de la Foire Internationale de Liège 1954.

Pour le chauffage électrique, on emploie deux procédés qui se distinguent dans leur principe et partiellement aussi dans leurs effets. Le procédé d'après Bürstlein utilise la garniture de criblage comme résistance électrique et a pour unique but un échauffement. L'échauffement par induction, dans lequel on utilise, comme moyen d'excitation électromagnétique, des plaques d'induction qui ne suivent pas les mouvements oscillants, aboutit non seulement à un échauffement de la garniture de criblage, mais entraîne également un effet d'électrophorèse et de magnétostriction qui favorise la dissociation des grains.

A côté de ces méthodes électriques, la garniture de criblage du type DUO permet de cribler à l'intérieur de la gamme critique d'humidité, pour des ouvertures de mailles dépassant environ 3 mm. Dans ce système, un fil sur deux d'une garniture Serpa est fixé à un châssis élastiquement suspendu dans le caisson de criblage. A la suite des vibrations du caisson, ce châssis vibre par induction, ce qui fait que la garniture se nettoie automatiquement par suite du mouvement réciproque des fils.

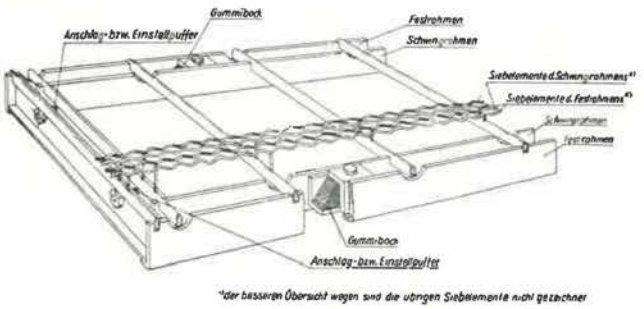


Fig. 1. — Schéma d'un crible muni d'une garniture type DUO.

Surface du tamis.

Normalement, le travail de criblage est le plus économique lorsque la longueur du crible est environ 2 — 3 fois plus grande que sa largeur.

Il a par exemple été possible d'économiser 20 % de la surface de criblage dans un travail de préclassement, en disposant deux cribles en parallèle au lieu de les placer en série. Dans le cas en question, les deux cribles disposés en série auraient dû être réglés pour assurer une plus grande vitesse de cheminement de la matière, afin d'obtenir une épaisseur de couche moindre, ce qui aurait toutefois amené un rendement spécifique moins bon et une augmentation des déclassés.

Par suite de l'usure moindre obtenue après mise en parallèle des cribles, il a été possible de traiter 430.000 t de charbon lavé avec une seule garniture de tôles de criblage Serpa H, d'une ouverture de maille de 10 mm.

Le choix des conditions d'exploitation optimum dépend de la composition et de la structure de la matière à cribler. Lorsqu'il s'agit de ne trier qu'un faible pourcentage de grains à fine granulométrie hors d'une masse, on a besoin d'une surface de criblage relativement importante pour une faible épaisseur de couche.

Il est souvent utile de procéder à un classement intermédiaire, ce qui permet éventuellement de diminuer la surface de criblage nécessaire.

Vitesse et accélération du crible.

Dans les cribles à accouplement rigide, l'accélération maximum est limitée par la charge admissible sur les roulements à rouleaux de cet accouplement qui doit absorber la totalité des réactions.

Dans le cas des cribles à résonance, au contraire, où l'accouplement de commande est souple, celui-ci ne doit absorber que 5 à 15 % des forces de masses et l'accélération maximum n'est plus limitée que par la résistance à la fatigue du caisson de criblage.

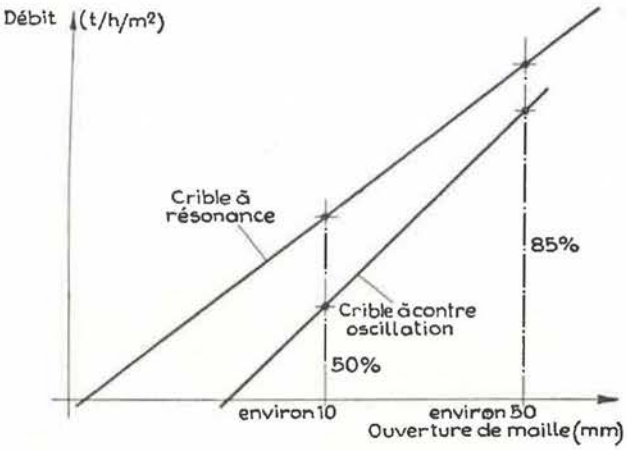


Fig. 2. Comparaison de rendements de criblage entre un crible à contre-oscillations et un crible à résonance.

Lorsqu'il s'agit de traiter des matières sèches à gros grains de forme cubique, les cribles avec accouplement rigide sont de valeur environ équivalente — quant à l'accélération et à la vitesse d'impact — aux cribles à résonance. La supériorité de ce type de crible n'apparaît pas nettement lorsqu'il s'agit d'une ouverture de maille moyenne (env. 40 — 60 mm).

Lorsque les ouvertures des mailles sont plus grandes, le crible à résonance est préférable, parce que l'angle de projection admissible du crible à accouplement rigide — plus petit pour les raisons d'équilibre des masses — ne suffit plus pour dégager le grain de la maille. Lorsqu'il s'agit de grains fusiformes, le crible à résonance offre des rendements plus élevés, même pour le criblage de calibres dans la gamme granulométrique de 50 à 60 mm.

Ainsi qu'il ressort du diagramme, l'avantage du crible à résonance possédant une accélération élevée s'accroît lorsque les mailles de criblage deviennent plus petites. La différence s'accroît encore, lorsque la matière à traiter contient des grains fins à teneur élevée en humidité. Au point de vue rendement économique, il apparaît que les cribles à grande course, munis d'un accouplement rigide, s'emploient principalement pour les criblages de dégrossissage jusque 60 mm et les égouttages, lorsque les fentes du tamis ne sont pas trop étroites, ainsi que pour d'autres travaux de criblage de moindre

difficulté. Le crible à résonance est spécialement indiqué pour les grosses unités et pour des exigences élevées quant au résultat du criblage tant pour le criblage de dégrossissage que pour le criblage de finissage.

Angle de projection.

Le choix de l'angle de projection adéquat est d'une grande importance pour la conception de la machine à cribler; la plus grande accélération verticale et la vitesse de cheminement la plus élevée de la matière sont atteintes lorsque l'angle de projection est d'environ 45°. Dans ces conditions, on obtient les meilleurs résultats dans le criblage — dégrossisseur de matières peu sensibles à l'abrasion — ainsi que pour l'égouttage. Pour une opération de criblage plus délicate (comme pour le triage des classés p. ex.), on choisit des angles de projection plus petits ainsi que des accélérations plus élevées. Dans un grand nombre de machines à cribler, l'angle de projection ne peut dépasser une certaine valeur (par exemple 20 à 30°) pour des raisons d'équilibre des masses. Pour les cribles à mouvement vibratoire circulaire, l'inclinaison du crible se substitue à l'angle de projection.

Formes constructives des machines à cribler.

Lorsqu'on essaye de classer les différents types de machines à cribler, on peut partir de deux caractéristiques déterminantes qui sont : le tracé du mouvement d'oscillation du caisson de criblage et le type de commande.

ment rigide entre le caisson du crible et son bâti fixe) soit du type à limitation de force (cribles basés sur le système à deux masses).

Ceci permet quatre combinaisons qui ont d'ailleurs trouvé leurs applications dans la pratique.

Les cribles du type à limitation de course peuvent avoir un tracé du mouvement oscillant, soit circulaire, soit linéaire dont l'ampleur dépend de l'excentricité de la commande à accouplement rigide.

La capacité de criblage et, en conséquence, les possibilités d'utilisation sont limitées par les forces d'accélération admissibles, étant donné que la commande doit absorber toutes les forces de masse et que l'équilibre des masses ne peut être complètement réalisé dans la plupart de ces machines.

A) Cribles à limitation de course avec tracé circulaire du mouvement oscillant.

Dans les cribles à mouvement oscillant circulaire, le caisson de criblage est commandé par un ou deux arbres coudés. Pour obtenir un avancement de la matière dans ce genre de cribles, le caisson de criblage doit avoir un angle d'inclinaison déterminé.

A1) Dans ce groupe, les cribles appelés « Excentra », sont les plus répandus, ces cribles possédant, pour une fréquence des vibrations de 900 à 1400 min, des accélérations du caisson allant jusqu'à 5 g.

Les forces de masse d'un caisson de criblage, commandé par un arbre excentrique, sont compensées par des contrepoids, si bien qu'il ne se transmet pas de force dynamique à la fondation. Sou-

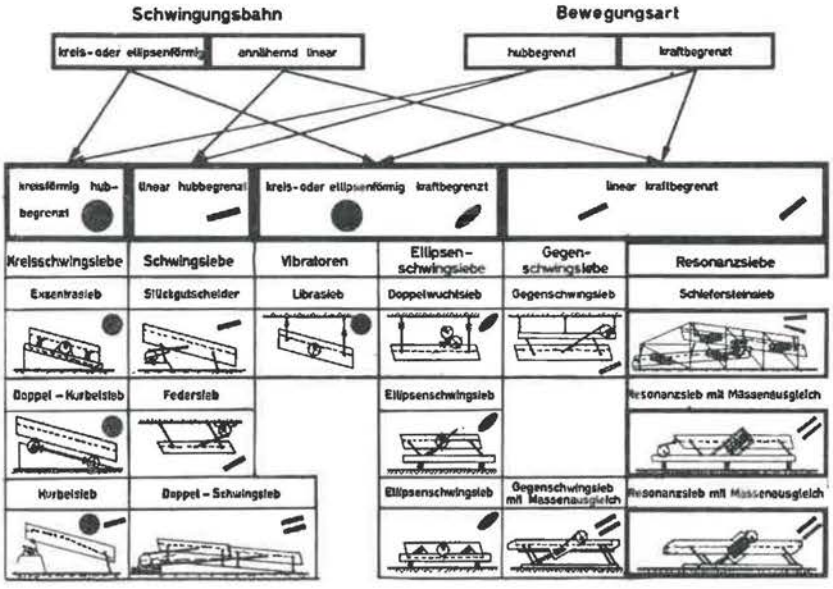


Fig. 3. — Classement des types de cribles
Schwingungsbahn : forme de l'oscillation. — Kreis- oder ellipsenförmig : circulaire ou elliptique. — Annähernd linear : à peu près linéaire. — Bewegungsart : genre de mouvement. — Hubbegrenzt : à limitation de course. — Kraftbegrenzt : à limitation par force.

Ainsi que le montre la figure 3, le tracé du mouvement oscillant peut être soit circulaire, soit elliptique, soit à peu près linéaire, tandis que la construction peut être, soit du type à limitation de course (course du crible limitée par un accouple-

vent, le bâti de cribles semblables est, en outre, monté sur isolement anti-vibratoire pour éviter toute trépidation au soubassement, lorsque le crible est soumis à des conditions d'alimentation très variables. Les possibilités d'utilisation de ces cribles vont du

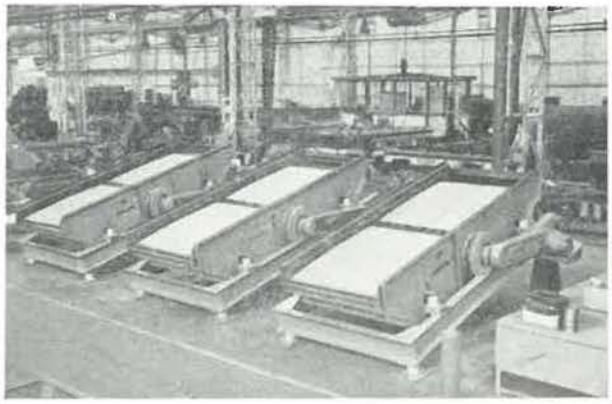


Fig. 4. — Cribles Humboldt Excentra à un étage, en exécution posée, pour le traitement de fines de charbon.

criblage dégrossisseur au criblage de finissage (2 mm) et ne sont pratiquement limitées que par la dimension maximum d'environ 6,2 m² du tamis, conditionnée par la limite de charge admissible des roulements à rouleaux. Le crible Excentra convient particulièrement bien pour des travaux de criblage sur de grandes et moyennes quantités avec des matières faciles à cribler, telles que par exemple les minerais, pierres et terres. Dans ces conditions et lorsque le processus permet de supporter le déchet, on obtient des productions élevées pour une faible dépense.

A2) Le type de machines à deux arbres de commande, c'est-à-dire le crible à double arbre coudé, est de construction compliquée étant donné que la synchronisation du mouvement des arbres coudés nécessite l'intervention de trains d'engrenages intermédiaires ou autres moyens analogues.

Dans ce cas, les oscillations du crible ont un tracé absolument circulaire et l'équilibre des forces de masse peut théoriquement être complètement réalisé au moyen de masses d'équilibrage. Ces cribles ont, dans le temps, été beaucoup employés pour le triage des classés, mais doivent, à l'heure actuelle, être considérés comme périmés par suite de leur complication mécanique.

A3) La construction avec un seul arbre coudé, n'offre un mouvement circulaire que du côté de l'alimentation, tandis que l'extrémité de décharge,

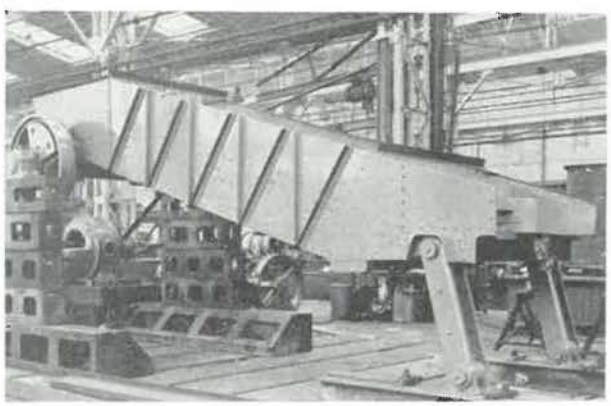


Fig. 5. — Crible Humboldt à manivelle pour le classement des gailletins.

conduite par deux supports, parcourt un trajet presque linéaire. Le tracé du mouvement oscillant passe donc d'un cercle à une ellipse — graduellement aplatie — pour arriver finalement à un mouvement presque linéaire. Pour obtenir un angle de projection suffisant en tous les points du caisson de criblage, le fond du caisson a une inclinaison de plus en plus forte en direction du point de déchargement.

Etant donné que pour le crible à arbre coudé unique, l'équilibre des masses ne peut être complètement réalisé, par suite de l'irrégularité du tracé du mouvement oscillant du caisson de criblage, ce genre de crible fonctionne avec une accélération du caisson de 1,5 g au maximum, une course importante et une fréquence faible. Il est encore employé à l'heure actuelle en construction modernisée, pour le criblage dégrossisseur, travail dans lequel on compte sur une alimentation par à-coups. Son utilisation comme crible à gailletins, directement monté à la suite du culbuteur, est largement répandue.

B) Cribles à limitation de course et tracé presque linéaire du mouvement oscillant.

B1) Dans les machines à cribler à mouvement oscillant presque linéaire, le caisson de criblage, fixé à des ressorts ou supports pendulaires, est ac-

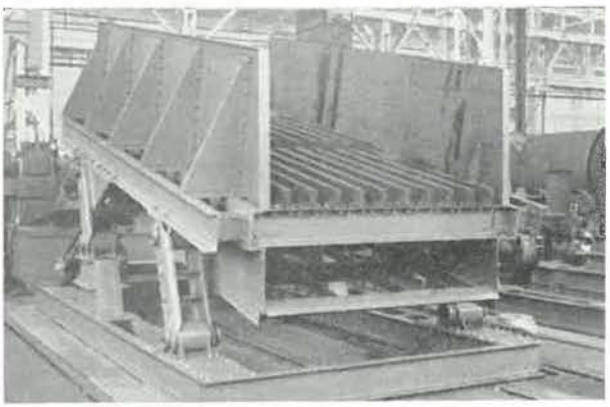


Fig. 6. — Crible à gailletins à deux étages.

tionné par des bielles de poussée. Vu que l'équilibrage des oscillations linéaires ne peut être complètement réalisé par des masses d'équilibrage rotatives, ces cribles ont un angle de projection de 20° au plus, pour une amplitude importante et une accélération entre 1,5 et 2,5 g. Ils ne sont, par conséquent, utilisés que pour des opérations de criblage d'importance secondaire. Ces cribles sont fréquemment employés comme séparateurs des gros calibres dans la préparation des charbons et minerais, attendu qu'ils assurent des conditions d'exploitation constantes, malgré une alimentation irrégulière. Les caissons de criblage sont généralement inclinés, vu que l'accélération ne serait pas suffisante pour dégager les gros morceaux, si le caisson de criblage était en position horizontale. On emploie souvent, comme garniture criblante, des grilles en éventail sur lesquelles la matière à cribler progresse.

B2) Le même système oscillant est utilisé en construction plus légère dans les cribles à ressorts que nous livrons souvent comme cribles de chargement avec caisson de criblage horizontal ou légèrement incliné.

C) Cribles à limitation de force, à mouvement vibratoire de tracé circulaire ou elliptique.

Les avantages des machines à limitation de force résident dans la possibilité d'imprimer au caisson de criblage, par l'utilisation du système à deux masses, des accélérations plus élevées tout en réduisant à de très faibles proportions les forces résiduelles agissant sur le bâti.

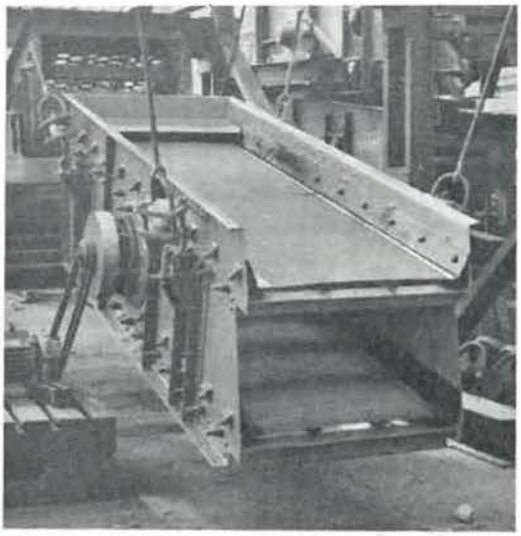


Fig. 7. — Crible Humboldt Libra à deux étages en exécution suspendue.

C1) Le crible à mouvement circulaire et limitation de force, appelé aussi crible LIBRA, est excité par balourd. Ces cribles, fonctionnant à des fréquences élevées et avec de faibles courses, conviennent en premier lieu pour le criblage fin et ultrafin de matières sèches, dans tous les domaines de la préparation des matières. Pour obtenir un mouvement d'avancement de la matière, le caisson de criblage doit être monté avec inclinaison. Pour des fréquences jusqu'à 2000 min, l'accélération peut atteindre 4 à 5 g. Un dérivé du crible à mouvement vibratoire circulaire est le crible à vibrations elliptiques, crible qui présente une surface de criblage moins inclinée ou horizontale. Les vibrations elliptiques peuvent être engendrées de diverses manières.

C2) Aux Etats-Unis, par exemple, ce genre de vibrations est généralement obtenu au moyen de deux balourds à mouvements en sens contraires. Le tracé de l'ellipse est, dans ce cas, un peu plus allongé que pour les autres constructions.

C3) En Europe, on emploie plutôt le système du couplage des masses dans lequel un lourd châssis est couplé plus ou moins rigidement au caisson de criblage dans le sens du petit axe de l'ellipse et élastiquement dans le sens du grand axe.

D) Cribles à limitation de force avec tracé presque linéaire du mouvement oscillant.

La majorité des machines à cribler utilisées en Allemagne appartient au groupe des cribles à limitation de force, avec tracé presque linéaire du mouvement oscillant, les deux groupes principaux sont le crible à deux masses à contre-oscillation et le crible à résonance.

D1) Dans le crible à contre-oscillation, les deux masses en oscillation, généralement de poids différents, sont excitées par une commande à accouplement rigide, le caisson de criblage et la contre-masse oscillante sont guidés l'un par rapport à l'autre par des ressorts à lames ou par des guides. La contre-masse plus lourde, disposée au-dessus ou en dessous du caisson de criblage, est suspendue à des ressorts à lames et exécute donc une oscillation horizontale, tandis que le caisson de criblage oscille sous un angle de projection allant jusqu'à 30°. Les forces de masse dans les diverses directions d'oscillation ne peuvent être complètement compensées par des balourds montés sur l'arbre de commande, si bien qu'un faible résidu de forces dynamiques est transmis au support. Pour des fréquences d'oscillation jusqu'à 350 min. et des accélérations de 2,5 g, ces cribles ont fait leurs preuves dans des installations de séparation par liqueur dense, principalement pour les criblages moyens de dégrossissage ainsi que pour la *clarification* et le *rinçage* avec des largeurs de fente pas trop exigües.

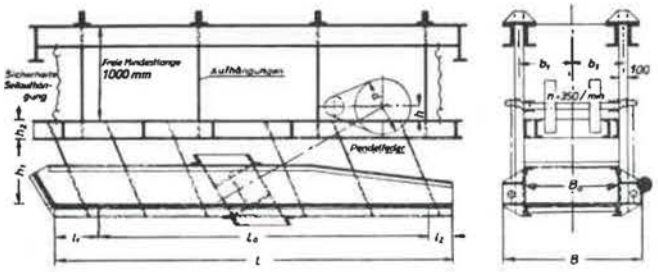


Fig. 8. — Crible Humboldt à contre-oscillations.

Une construction moderne, le crible Humboldt à contre-oscillations et masses équilibrées, présente en exécution posée un équilibrage parfait des masses oscillantes — de poids égal — ainsi que des forces dynamiques restantes.

L'élimination des forces dynamiques restantes a été obtenue par l'adoption d'une suspension élastique séparée du caisson de criblage et du châssis à contre-mouvement, suspension disposée dans le plan d'oscillation des centres de gravité. Par suite d'un choix adéquat des dimensions des ressorts en caoutchouc, les forces dynamiques élastiques se compensent à chaque moment de l'oscillation.

Attendu que les forces de retour des éléments élastiques déchargent la commande, il est possible de travailler avec des accélérations jusqu'à 3,2 g.

Les exigences continuellement croissantes dans le domaine de la technique de criblage, qui apparaissent par exemple dans le traitement des charbons, par suite de la teneur toujours plus élevée d'humidité du charbon brut, ont amené la nécessi-

té de construire des machines de criblage à haute accélération, possédant des vibrations presque linéaires. Au cours de ces développements, on constata bientôt que la plus grande sécurité de marche était obtenue avec le crible à résonance à masses équilibrées.

D2) Les précurseurs des cribles à résonance employés actuellement ont été les cribles Schieferstein, appelés ainsi suivant le nom de leur premier constructeur. Ces cribles possédaient jusqu'à quatre caissons de criblage qui étaient suspendus dans une lourde charpente métallique à treillis. Les ressorts en caoutchouc, réglés en résonance, étaient logés entre le caisson de criblage et la charpente métallique de soutènement. La commande était munie d'un accouplement lâche qui a été adopté également sur les cribles modernes à résonance à deux masses. La charge sur la commande était faible, car au fond il n'y avait lieu que de fournir un complément pour les pertes par frottement et amortissement du système de criblage.

D3) L'ancien crible à résonance avec équilibrage des masses possède deux masses superposées fonctionnant avec oscillations en sens contraire — masses guidées entre elles par des ressorts à lames ou par des guides. Entre les deux masses, le caisson de criblage et le châssis à contre-vibrations, environ trois fois plus lourd, sont logés les ressorts à résonance, en caoutchouc.

La contre-masse plus lourde est montée à mouvement libre sur la fondation au moyen de quatre ou de six ressorts en caoutchouc souple. La commande du système vibratoire a lieu par l'entremise d'une bielle de poussée avec accouplement lâche, bielle attaquant du côté du chargement du caisson de criblage. L'arbre de commande est fixé au châssis à contre-vibrations.

Attendu que la ligne de force de la commande ne passe pas par le plan d'orientation des vibrations des centres de gravité, un petit couple se produit dans le système vibratoire.

Un dérivé plus léger et de dimensions plus petites est le crible à résonance à vibrations libres. Ce crible a la même construction que les cribles à résonance. Seulement, on n'emploie dans ce cas que des butoirs comme ressorts à résonance au lieu de la combinaison habituelle de tampons des cribles à résonance, combinaison dont nous parlerons encore plus loin. Dans ces conditions, il est possible, en acceptant en contre-partie une usure plus forte, d'économiser quelques butoirs en caoutchouc.

Les forces dynamiques résiduelles de ces cribles résultent de la course du châssis à contre-vibrations, multipliée par la constante élastique des tampons d'appui et par le nombre de points de soutènement. Par comparaison aux forces résiduelles des machines à cribler à vibrations linéaires, munies d'un accouplement rigide, ces forces sont très faibles.

D4) Le nouveau système vibratoire employé par Humboldt possède également deux masses à contre-mouvement oscillant, masses qui sont toutefois guidées indépendamment l'une de l'autre par rapport au bâti par des ressorts à lames ou supports pendulaires.

Le caisson de criblage, ainsi que la masse, exécutent des oscillations à phase décalée de 180°, les amplitudes des oscillations étant inversément proportionnelles aux masses. Les ressorts de travail (tampons en caoutchouc) avec les tampons de limitation de course en forme de calotte, ainsi que les ressorts de support, qui maintiennent l'ensemble du système vibratoire libre de ses mouvements et pour ainsi dire en suspension dans l'espace, se trouvent disposés dans le plan d'oscillation des centres de gravité. Comme tous les effets des forces se manifestent dans le plan d'oscillation des centres de gravité, le système vibratoire et, par conséquent, les guides ne sont soumis à aucun effort dû à un couple. Le système possède un équilibre optimum des masses et, comme force dynamique résiduelle, on n'a plus que la différence des forces élastiques des tampons d'appui — à caractéristique très souple — dans leurs positions supérieure et inférieure.

Les machines à cribler lourdes, lorsqu'elles sont à monter sur une fondation particulièrement sensible aux vibrations, sont munies par nous d'un double dispositif de soutènement. Dans ce cas, non seulement le châssis à contre-vibrations, mais aussi le caisson de criblage, sont soutenus, dans le sens de l'orientation des oscillations des centres de gravité, par des tampons souples conçus de telle manière que les forces dynamiques des ressorts se compensent. Le même système de soutènement est également employé pour le crible Humboldt à contre-oscillation et équilibrages des masses, dont nous avons parlé précédemment.

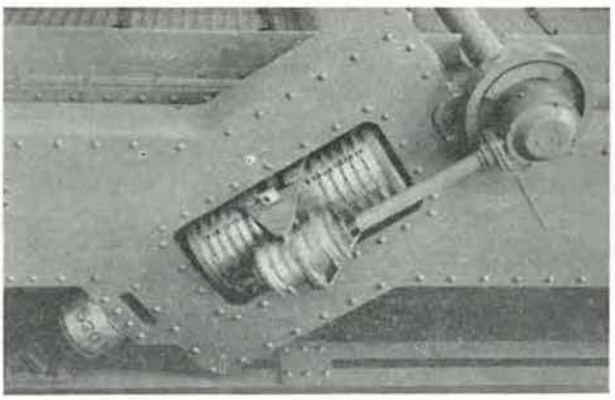


Fig. 9. — Commande et éléments élastiques du crible à résonance à masses équilibrées.

La figure 9 montre — en vue partielle — la disposition des éléments élastiques et de la commande.

Le champ de travail habituel du crible à résonance se situe un peu en dessous du point de résonance. Lorsqu'il y a, par exemple, suralimentation du crible (augmentation de la masse) ou accroissement du nombre de tours, le champ de travail se rapproche du point de résonance; la course du caisson de criblage a tendance à augmenter et, simultanément, l'action de la calotte s'amplifie et la constante élastique monte. Ceci provoque un déplacement du point de résonance vers un nombre de tours plus élevé, limitant automatiquement l'amplitude des oscillations du caisson.

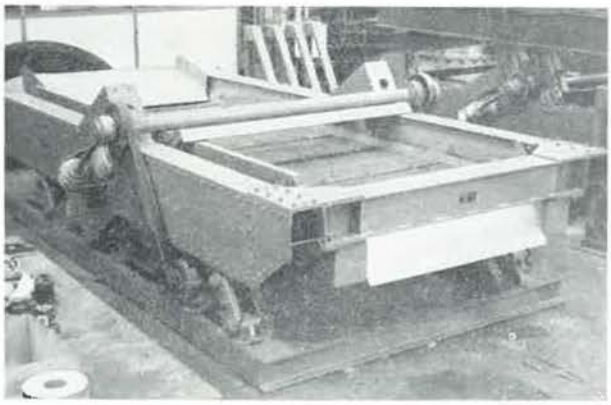


Fig. 10. — Crible à résonance pour le préclassement.

Fig. 12. — Cribles de reclassement (250 t/h).

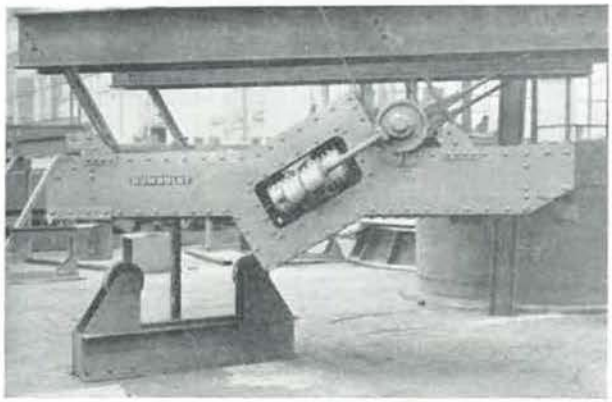


Fig. 11. — Crible à résonance pour le chargement.

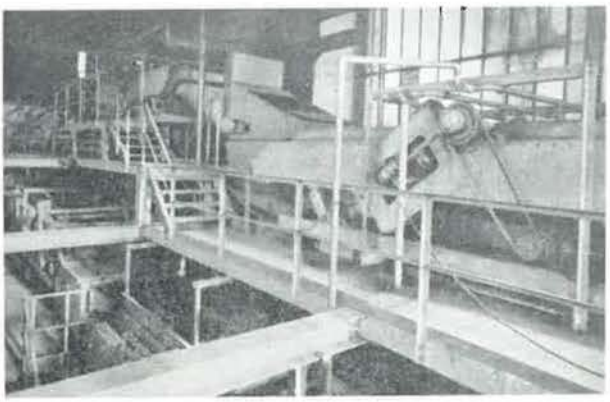


Fig. 13. — Crible à résonance dans une installation de lavage par suspension dense.

Pour un crible de préclassement par exemple, de (9,5 m²; s = 15 mm n = 710 t/min), on n'a mesuré qu'une différence de la course de 1 mm, entre la marche à vide et une alimentation de 270 t/h, différence sans effet pratique sur le rendement de criblage.

Ces cribles sont utilisés par tous les travaux de préparation du charbon, tels que classement-dégrossisseur, classement de finissage, rinçage et égouttage du charbon lavé et des schistes d'une installation de lavage par liqueur dense, égouttage des fines et des schlamms, etc...

Les essoreuses à panier tamis oscillant « Humboldt »

par le Dipl.-Ing. HECKMANN
(Sté Kloeckner-Humboldt-Deutz A. G., Cologne).

L'élément de base d'une essoreuse à tamis consiste en un corps tamisant rotatif, qui laisse passer le liquide sous l'effet d'accélération de la force centrifuge et retient sur les parois internes les corps solides.

La figure 14 donne les différents types d'essoreuses employées industriellement.

Le panier-tamis pour service discontinu est caractérisé par sa forme de cuvette limitée de tous côtés. Le panier-tamis pour service continu, par contre, présente deux éléments caractéristiques. Le premier est l'absence d'un arrêt d'un côté frontal pour la sortie des matières solides; le second est l'inclinaison de la paroi du revêtement par rapport à l'axe. La disposition de l'axe dans l'espace est sans importance dans tous les cas, étant donné que le champ d'attraction terrestre peut être négligé par rapport au champ de force centrifuge, sensiblement plus puissant.

Les différences principales entre essoreuses à tamis à débit continu proviennent du choix de l'angle d'ouverture des paniers-tamis. Des tambours-tamis auto-freinants par suite de leur inclinaison, c'est-à-dire cylindriques ou légèrement coni-

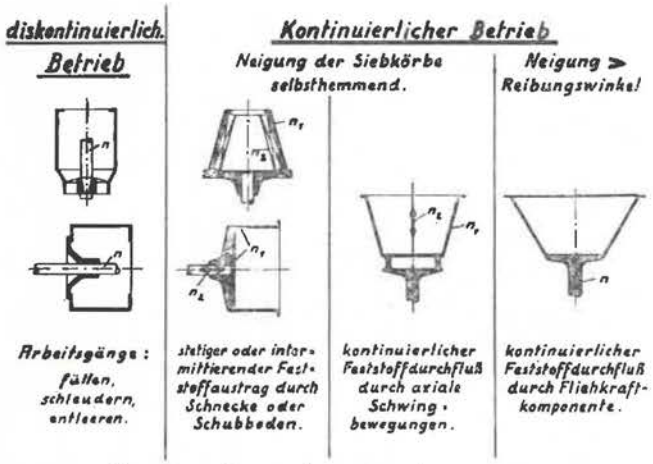


Fig. 14. — Formes des paniers des essoreuses.

Diskontinuierlich Betrieb : fonctionnement discontinu. — Arbeitsgänge : füllen, schleudern, entleeren : mode de travail : remplir, essorer, vider. — Kontinuierlicher Betrieb : fonctionnement continu. — Neigung der Siebkörbe selbsthemmend : pente du panier autofreinante. — Neigung > Reibungswinkel : pente > angle de frottement. — Stetiger oder intermittierender ... : extraction continue ou intermittente des solides par vis ou fond poussant. — Kontinuierlicher Feststoffdurchfluss durch axiale Schwingbewegung : Passage continu des solides grâce à des vibrations axiales. — Kontinuierliche Feststoffdurchfluss durch Flichkraftkomponente : passage continu de solides grâce à la composante de la force centrifuge.

ques, nécessitent le montage d'organes spéciaux d'avancement qui font passer les matières solides sur les parois du tamis, soit de manière ininterrompue, par exemple par des vis sans fin, soit d'une façon discontinue, par exemple par poussoirs. Dans les paniers-tamis sans auto-freinage du fait de l'inclinaison, le passage continu de matières solides se crée par la composante de l'accélération de la force centrifuge. La Société Humboldt a mis au point ces deux dernières années une nouvelle essoreuse à tamis. Dans celle-ci, on transmet à un cône rotatif, autro-freinant par son inclinaison, des oscillations axiales qui provoquent la progression continue des solides.

Si l'on considère que le but de l'essorage par essoreuse-tamis est d'arriver à la séparation la plus complète possible des éléments solides de leur phase liquide, le *rendement en solides* et la *teneur finale en eau* de la matière essorée seront les indices déterminants. D'autres caractéristiques sont : le *débit horaire* en matières solides, l'*énergie absorbée* (kWh/t) et l'*usure des tamis* exprimée en tonnes de matière essorée jusqu'à remplacement du tamis. Enfin, il y a lieu de tenir compte du bris constaté pendant le processus d'essorage, ce qui, par suite d'une nouvelle formation de schlamms, entraîne un rendement moindre en matières solides, une augmentation en besoins d'énergie et une plus forte usure de la garniture-tamis. Toutes ces caractéristiques déterminantes de la construction doivent être établies par des essais d'essorage.

Lorsqu'on augmente la vitesse d'avancement du produit le long de la paroi de l'essoreuse, l'usure du tamis est plus rapide et l'énergie consommée augmente. De plus, cette augmentation de vitesse provoque une réduction d'épaisseur de la couche de matière sur le tamis et le rendement en solides diminue par suite de la moindre efficacité de la couche filtrante.

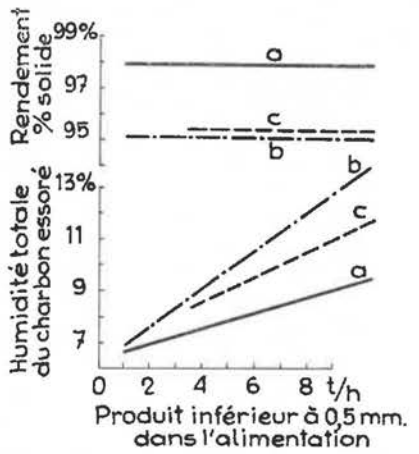
En ce qui concerne la teneur finale en humidité, une réduction de vitesse de passage donne à la fois un séjour plus long et un lit plus épais, et l'on peut supposer que ces deux actions se neutralisent.

Dans l'essoreuse vibrante Humboldt, l'avancement du produit est obtenu grâce à des vibrations axiales. Ces vibrations ont pour effet de réduire les efforts de friction entre le tamis et la couche de produit.

Il était intéressant d'étudier l'influence de l'accélération de ces vibrations, de la vitesse de rotation et de la conicité du panier de l'essoreuse sur les résultats d'essorage obtenus.

La figure 15 montre les résultats pour les paniers-tamis à inclinaisons de 10° et 15° lorsque les accélérations sont égales.

Fig. 15. — Influence de la pente du panier sur la teneur en humidité et le rendement en solides pour les essoreuses vibrantes.



	a	b	c
Pente	10°	15°	15°
Vitesse de rotation (t/min)	400	400	450
Fréquence de vibration (t/min)	1800	1800	1800
Amplitude de vibration (mm)	6	6	6

Produit essoré : fines 0 — 10 mm pour différents pourcentages de produit inférieur à 0,5 mm et un débit constant d'environ 50 t/h.

Des ces courbes ressort clairement l'influence de la vitesse d'avancement de la couche de solides par rapport à la paroi-tamis.

L'essai *a*, effectué avec un panier à pente de 10°, et donc avec une vitesse d'avancement plus faible et une couche de produit plus épaisse, donne, à la fois, un meilleur rendement en solides et une teneur finale en humidité plus réduite.

L'essai *c*, fait dans les mêmes conditions que *b* (conicité 15°) mais avec une vitesse de rotation de 20 % supérieure (450 t/min au lieu de 400) ne donne pas une amélioration sensible des résultats. L'usure du tamis est également plus faible dans le cas du panier à 10° que dans le cas du panier à 15° (40.000 à 45.000 t pour le panier à 10° contre 20.000 à 25.000 t pour le panier à 15° dans les conditions de l'essai).

Les résultats d'essais ont donc conduit à la réalisation pour ces essoreuses de panier-tamis à angle d'ouverture aussi petit que possible.

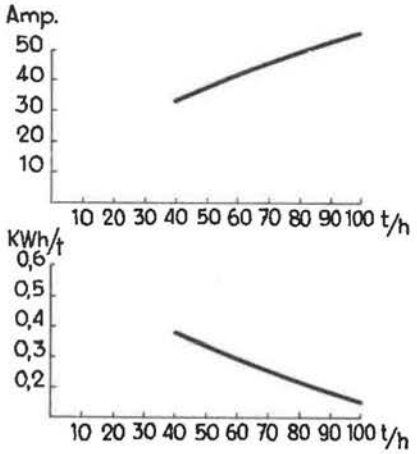


Fig. 16. — Energie consommée en fonction du débit horaire pour l'essoreuse vibrante ES 1000

Puissance installée :		
Moteur de rotation	14	kW
Moteur de vibration	2,2	kW
Moteur pompe à huile	0,35	kW
Total	16,55	kW

Alimentation : fines 0 — 10 mm.

La figure 16 montre la corrélation entre le débit horaire et les besoins d'énergie.

En plus de cette considération de l'influence de l'inclinaison du panier, d'accélération des forces centrifuges et oscillatoires, il y a encore lieu de signaler que le va-et-vient rapide de la paroi-tamis entraîne une réduction de passage des mailles de la garniture-tamis.

La tableau suivant représente l'analyse granulométrique de la matière solide évacuée avec le liquide. Il montre que la maille de séparation est pratiquement de 0,1 mm, bien que l'ouverture du tamis soit de 0,5 mm.

On peut d'ailleurs constater sur la figure 15 que le rendement en solides est pratiquement indépendant de la teneur en produits fins.

Pour permettre d'adapter l'essoreuse à panier de conicité autant que possible constante à des conditions de travail variées, on doit prévoir la possibilité de réglage de la force centrifuge et de l'accélération des vibrations. Dans ce but, le mouvement rotatif est commandé par courroies trapézoïdales et le mouvement de vibration est obtenu par un dispositif à résonance qui permet un réglage assez étendu des accélérations de vibration (fig. 17).

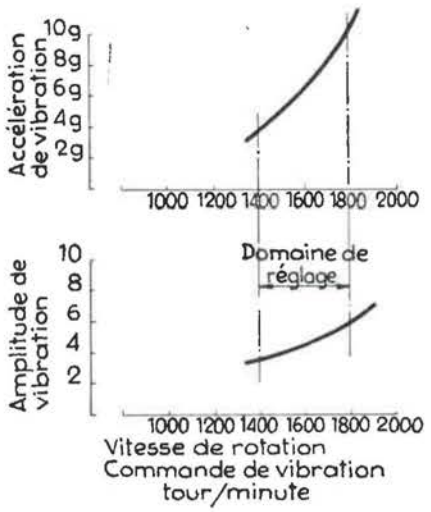


Fig. 17. — Zone de réglage des accélérations de vibration (vitesse de résonance : 2000 t/min).

INFLUENCE DE LA VIBRATION SUR LA SEPARATION GRANULOMETRIQUE

(Lemke, Glückauf 2-1-54).

Alimentation granulométrie mm	Teneur en solides de l'effluent % de l'aliment	Alimentation reconstituée	% des fractions dans l'effluent	% des fractions dans le produit essoré
+ 3	—	44,1	0	100,0
1 — 3	0,02	30,8	0,1	99,9
0,5 — 1	0,03	15,2	0,2	99,8
0,3 — 0,5	0,06	5,0	1,2	98,8
0,09 — 0,3	0,40	3,5	11,4	88,6
— 0,09	1,29	1,4	99,2	7,8
Total	1,80	100,0		

Les figures 18, 19, 20, 21 et 22 donnent différentes vues d'ensemble et de détail de l'essoreuse vibrante à fines (type ES 1000). Cette essoreuse a une capacité atteignant 80 à 90 t/h de fines lavées 0—10 mm.

La figure 18 montre l'excentrique et le pied de la bielle de commande du mouvement de vibration.

La figure 19 montre la tête de cette même bielle qui transmet le mouvement de vibration par l'intermédiaire de deux tampons de caoutchouc.

La figure 20 montre les séries de cylindres de caoutchouc qui enserrent la plaque de support du panier conique. Ces cylindres de caoutchouc jouent le rôle d'accumulateurs d'énergie dans le système vibrant à résonance.

Les figures 21 et 22 donnent une coupe et une vue d'ensemble de l'essoreuse.

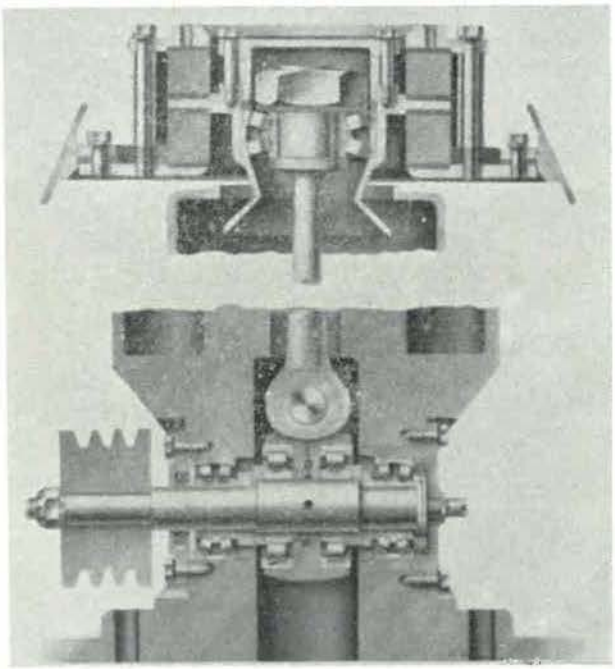


Fig. 18 et 19. — Tête et pied de la bielle de commande de vibration.

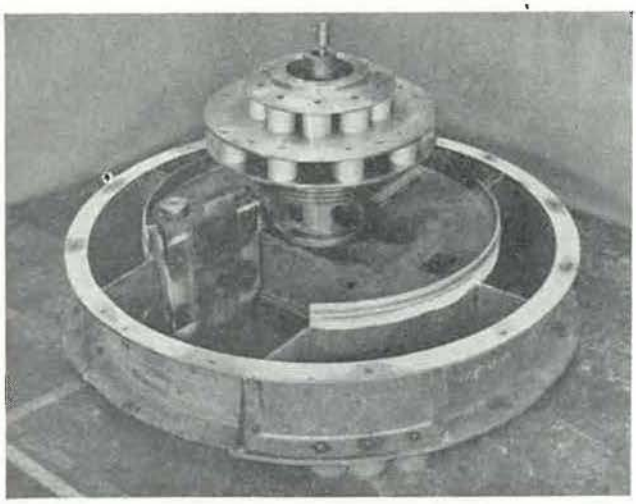


Fig. 20. — Support élastique du panier oscillant.

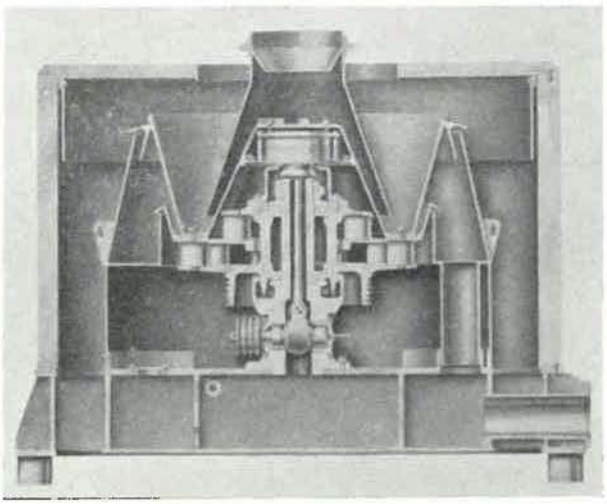


Fig. 21. — Coupe générale de l'essoreuse vibrante ES 1000.

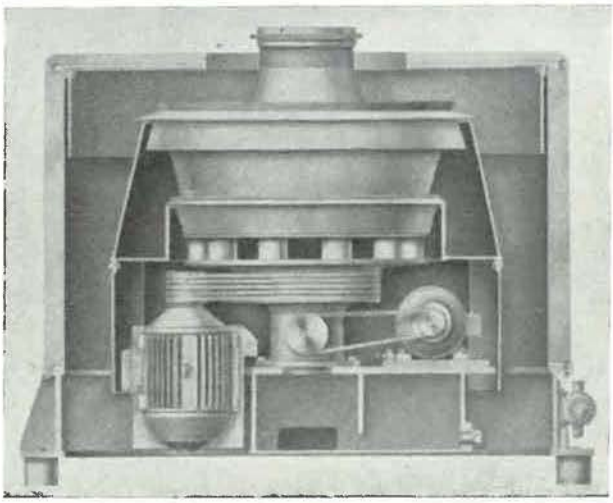


Fig. 22. — Vue d'ensemble de l'essoreuse.

L'essorage de matières à fine granulométrie, par exemple gros schlamms, exige des forces d'accélération centrifuges plus importantes que celles qui peuvent être atteintes avec la grosse machine dont nous venons de parler. Il était donc indiqué de construire une essoreuse plus petite qui, pour une capacité moindre, permettait l'utilisation de vitesses d'accélération sensiblement plus élevées. Toutes les considérations dont question ci-avant restent valables ici, étant donné que les mêmes phénomènes se produisent dans un champ de force centrifuge renforcé et d'accélérations oscillatoires proportionnellement augmentées.

Pour créer le mouvement vibratoire, l'entraînement par excentrique et accouplement élastique a été remplacé par une simple commande par balourd.

La figure 23 montre la structure de cette essoreuse vibrante. Un carter solidaire de la fondation est subdivisé en un espace intérieur servant de collecteur d'eau, et un autre espace dans cette disposition annulaire pour évacuation de la matière essorée. Les moteurs d'entraînement pour la vibration et la rotation se trouvent placés extérieurement sur une traverse. Un carter dans lequel est logé l'axe

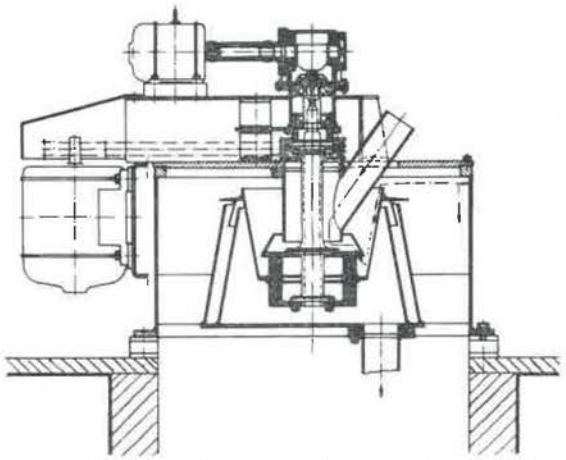


Fig. 23. — Coupe de l'essoreuse vibrante à schlamm ES 400.

du panier et auquel est fixé le balourd d'impulsion est relié élastiquement en trois points au support de la machine. La poulie d'entraînement pour le mouvement rotatif est montée dans le champ immédiat de la suspension élastique dans le but d'éviter que l'axe soit déporté sous la tension des courroies. Le panier-tamis est monté entre deux amortisseurs annulaires à l'extrémité inférieure de l'axe d'entraînement. L'axe du balourd est directement relié au moteur d'entraînement par l'intermédiaire d'un accouplement flexible. L'entrée de la matière a lieu centralement par rapport à l'axe du panier, malgré la position en oblique du conduit d'alimentation.

Cette essoreuse vibrante est basée sur un système à deux masses. Elle possède un rapport de masses d'environ 1 : 3, ce rapport de masses ainsi que le type d'entraînement par balourd donnant une courbe de résonance particulièrement intéressante.

Le réglage des amplitudes de vibration se fait par augmentation ou réduction du balourd et de son écartement de l'axe. Il existe entre l'amplitude des oscillations et le balourd une proportionnalité directe, c'est-à-dire qu'en réduisant de moitié le balourd, l'amplitude d'oscillations de la masse diminue également de moitié.

La filtration par le vide au moyen de filtres rotatifs sans cellules

par le Dr. Ing. STEINMANN
(Sté Kloeckner-Humboldt-Deutz A. G., Cologne).

1. — Généralités.

Le procédé de filtration par le vide est appliqué, de préférence, lorsqu'il s'agit de séparer de liquides des quantités importantes de matières solides. L'appareil de filtration employé à cet effet est, dans la plupart des cas, le filtre à tambour. Cet appareil entre en ligne de compte dans tous les cas où le mélange de liquide et de matière solide n'a pas une tendance trop prononcée à la dissociation, c'est-à-dire lorsque le mélange peut être maintenu en suspension par agitation et que la quantité de matière solide est suffisante pour obtenir un tourteau convenable au cours du temps nécessaire à une révolution du tambour. La forme et le calibre des particules de matière solide sont les éléments qui déterminent en ordre essentiel les propriétés filtrantes d'une suspension. Le calibre des particules de matière solide va environ de 10 à 300 μ pour les suspensions entrant en ligne de compte.

La figure 24 donne le schéma analytique du processus de filtrage sur filtres rotatifs. Le schéma 1 représente le déroulement du processsus au cours d'une révolution du tambour. Chaque partie de la surface du filtre parcourt trois zones, l'une destinée à la filtration proprement dite, l'autre à l'assèchement du tourteau et la troisième à son déchargement.

L'étendue de ces zones est représentée au schéma par les angles au centre α, β, γ. Le rapport de $\alpha : \beta$ est déterminé par le degré d'immersion du tambour et peut être modifié dans de larges proportions. L'importance de l'angle et, par conséquent, la somme de $(\alpha + \beta)$ est fonction de la construction de la machine. L'angle γ atteint pour des filtres rotatifs, suivant grandeur du filtre, de 22 à 33°, ce qui fait que 92 à 94 % de la surface du tambour de filtre sont directement utilisables pour la filtration et le séchage.

La vitesse de rotation du tambour est un autre facteur déterminant le degré de rendement du filtre. La profondeur d'immersion et la vitesse de rotation déterminent le temps de séjour, soit t α pour la formation du tourteau et t β pour son séchage.

Le schéma 2 représente le diagramme d'un processus de filtrage pendant le temps t α. Au cours de l'essai, le volume de filtrat Q a été mesuré de manière continue pendant le temps t α. Il est visible que, par suite de l'augmentation de la résistance au filtrage, provoquée par l'accroissement d'épaisseur du tourteau, il se produit une diminution progressive de la vitesse de filtrage V.

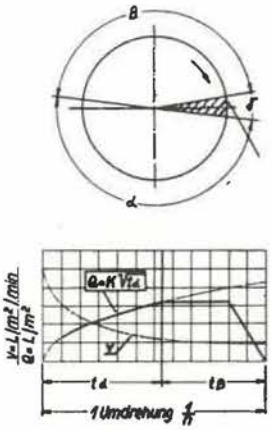


Fig. 24. — Diagramme de fonctionnement du filtre sans cellules.

α = zone de filtration — $t\alpha$ = temps de filtration
β = zone de séchage — $t\beta$ = temps de séchage
γ = zone de décharge — $t\gamma$ = temps de décharge

η = tours/minute
K = constante de filtration
Q = capacité spécifique de filtration/m²
V = vitesse de filtration
L = capacité de filtration/m²/h

Dans un processus de filtrage idéalisé, la courbe qui résulte de ces constatations se rapproche d'une équation parabolique du type $Q = K \sqrt{t\alpha}$.

Les filtres rotatifs généralement employés jusqu'à présent sont des filtres à cellules exécutés sous forme de filtres à tambour ou de filtres à disques. Pour les matières décantant facilement ainsi que pour celles d'un poids spécifique élevé, les filtres plans et filtres internes entrent en ligne de compte. Se basant sur de nombreuses années d'expérience, la maison K.H.D. a poursuivi le développement d'un filtre à tambour sans cellules, filtre qui présente d'importants avantages dans la construction et dans l'utilisation pratique, par rapport aux filtres à cellules dont question plus haut.

2. — Construction et mode de travail du filtre rotatif sans cellules (fig. 25).

1) Les parties essentielles du filtre sans cellules sont :

Le tambour du filtre.

L'arbre creux avec *chambre de pression* et têtes d'évacuation.

L'auge avec *agitateur* et dispositif de raclage.

La construction de support avec *organes de commande.*

2) *Le tambour du filtre* (i) se compose de deux parois frontales boulonnées à l'enveloppe cylindrique de forte épaisseur.

L'enveloppe cylindrique du tambour, percée de trous en nids d'abeilles, sert de support à la garniture du filtre. Dans la plupart des cas, on utilise comme garniture de filtre, des toiles en textile ou métalliques. Les cols des parois frontales forment palier sur l'arbre creux fixe. L'intérieur du tambour

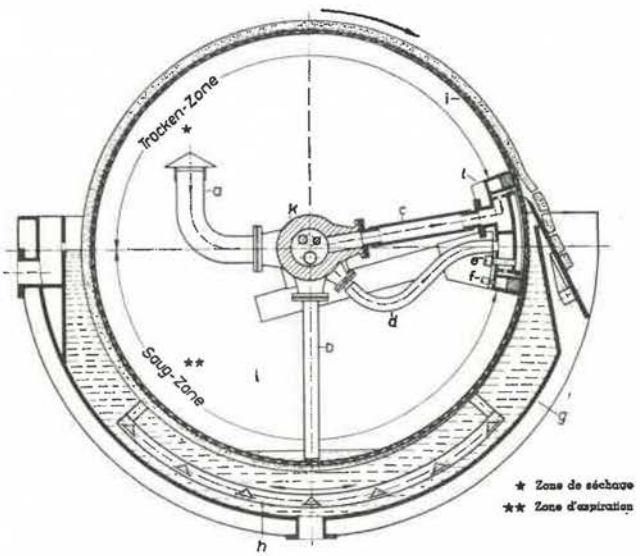


Fig. 25. — Coupe schématique du filtre rotatif sans cellules

est aisément accessible, par son trou d'homme pratiqué dans la paroi frontale.

3) *L'arbre creux* fixe (k) contient toutes les canalisations largement dimensionnées pour le vide (a), le filtrat (b), l'air comprimé (c), le rinçage (d), la pression de contact (f) et le graissage, canalisations qui quittent le filtre par les têtes d'extrémité. Il est muni de deux parties lisses sur lesquelles tourne le tambour et repose dans deux paliers à serrage, montés sur les chevalets-supports extérieurs.

4) *La chambre de pression* (l), située à l'intérieur du tambour, est raccordée à l'arbre creux par une construction métallique de soutènement et par des canalisations. Elle a pour fonction d'isoler de manière étanche, de la chambre à vide du tambour, une zone étroite située près du point de détachement du tourteau et d'empêcher l'entrée de l'air extérieur par la garniture du filtre, débarrassée des résidus de filtrage, avant que le tambour ne soit à nouveau immergé dans la suspension liquide à filtrer. Cette isolation étanche est réalisée au moyen d'un robuste cadre en caoutchouc qui est pneumatiquement pressé contre la paroi intérieure du tambour sous l'effet d'une pression d'air constante de 0,1 à 0,2 kg/cm², pression contrôlable de l'extérieur. Attendu qu'en cours de fonctionnement il ne se produit que des frictions en milieu humide, l'usure ainsi que les forces de friction sont faibles. Les fentes pour l'air comprimé servant au détachement du tourteau et pour l'eau de rinçage sont logées dans cette chambre de pression. L'étroite fente pour l'air comprimé, ainsi que la construction spéciale de la chambre de pression, garantissent un détachement intégral du tourteau sur toute la largeur du tambour, tout en assurant une protection maximum de la garniture du filtre. Afin de permettre un remplacement aisé du joint en caoutchouc, la chambre de pression peut être écartée de l'enveloppe du tambour.

5) Attendu que l'auge du filtre, le mécanisme d'agitation et les organes de commande ne se distinguent pas de façon sensible des parties analo-

gues des autres filtres, nous n'insisterons pas ici sur ces parties de la machine.

6) Le filtre rotatif sans cellules travaille de la façon suivante :

Le tambour (i) tournant lentement sur l'arbre creux (k) est vidangé de façon continue par l'entremise de la canalisation (a) largement dimensionnée. Sollicité par la pression atmosphérique, le liquide est chassé dans la zone d'aspiration à hauteur de l'auge à travers les mailles de la garniture filtrante, tandis que les matières solides contenues dans la suspension forment le tourteau. Lorsque le tambour émerge de l'auge, le tourteau continue son processus d'assèchement sous l'effet de la pression extérieure. L'air pénétrant à ce stade chasse hors des pores du tourteau le reste du liquide, sauf la partie retenue par capillarité ou adhérence. Par conséquent, le degré final d'assèchement possible est conditionné par le degré de finesse ou l'importance de la surface spécifique des dépôts de matière. Au cours de la phase suivante du processus, le tourteau arrive dans la zone de déchargement (l) dans laquelle, par suite de l'effet de la chambre de pression, la dépression cesse d'agir. De l'air comprimé, projeté par une étroite fente s'étendant sur toute la largeur du filtre, détache le tourteau et nettoie l'élément filtrant. Une deuxième fente similaire, aménagée dans la partie inférieure de la chambre de pression, permet le nettoyage périodique de la garniture du filtre au moyen d'un liquide de rinçage. Après passage de la zone de détachement, le processus du filtrage recommence.

Le liquide de filtrage s'accumulant à l'intérieur du tambour est pompé sans interruption hors du tambour par une tuyauterie débouchant à l'endroit le plus bas du tambour. La séparation de l'air du liquide de filtrage a lieu, ou bien dans le tambour même, ou bien dans un dispositif de séparation placé en amont du filtre. Au cas où la différence de niveau est suffisante, l'évacuation du filtrat peut se faire barométriquement; dans le cas contraire, par l'entremise d'une pompe spéciale à filtrat.

7) Les avantages qui découlent de la construction « sans cellules » peuvent être résumés comme suit : par suite de l'absence de cellules et de canaux ne devant pas — à chaque révolution du filtre — être évacués à nouveau, ainsi que par suite d'une étanchéité parfaite entre la chambre de pression et le tambour, on obtient un vide élevé pour une puissance comparativement réduite de la pompe à vide, ce qui influence favorablement le rendement de la machine ainsi que l'assèchement final du gâteau de filtration. Le rendement quantitatif est en outre favorisé par une récupération intégrale des dépôts de filtration, la propreté des garnitures de filtre et un emploi optimum de la surface filtrante. Plus de 90 % de la circonférence du tambour sont en effet directement efficaces pour le filtrage et le séchage. Par suite de l'enlèvement doux du tourteau à l'aide d'un courant d'air sous pression faible et régulière, on obtient une grande longévité des garnitures du filtre et on a la possibilité d'utiliser des tissus à fines mailles. La consommation d'énergie de l'installation entière, qui est déterminée en ordre principal par la pompe à vide, est sensiblement plus faible que celle des filtres à cellules, du fait qu'il est possible d'employer des pompes plus petites.

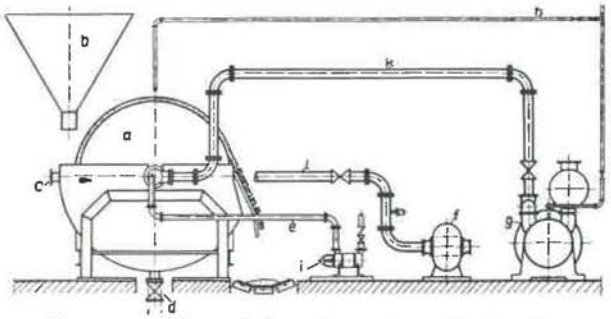


Fig. 26. — Schéma de l'installation d'ensemble d'un filtre sans cellules.

8) Une installation complète (figure 26) comprend normalement en plus du filtre, la pompe à vide (g) nécessaire à la production du vide requis, la soufflerie (f) pour l'air comprimé servant à détacher le tourteau du tambour, ainsi que la canalisation d'évacuation du filtrat (e), évacuation qui — suivant les conditions locales — peut être faite par vidange barométrique ou par l'entremise d'une pompe à filtrat avec séparateur intermédiaire.

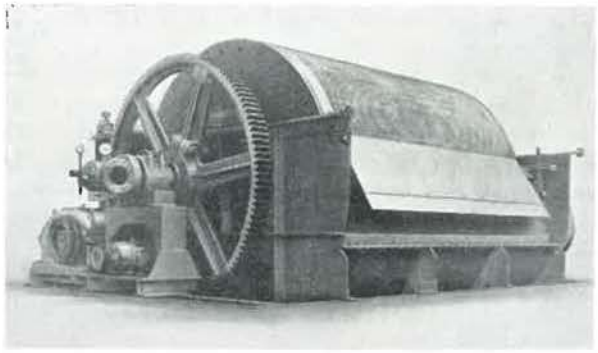


Fig. 27. — Filtre rotatif à vide sans cellules en exécution noyée dans le plancher.

La figure 27 donne une vue d'un filtre de 20 m², en exécution noyée dans le plancher. On voit les têtes des tuyauteries d'aspiration d'air et de filtrat.

Emploi du filtre à vide sans cellules dans l'industrie charbonnière.

En dehors des grains et des fines, les installations de traitement par voie humide de la houille donnent également un produit de très fin calibre, mélangé à de l'eau, produit qu'il n'est pas possible d'égoutter, ni dans des fosses ou tours de décantation, ni sur des élévateurs à godets, ni jusqu'à présent du moins — à cause de sa finesse — dans des essoreuses. Il peut s'agir ici de matières ayant déjà subi un traitement, telles que les concentrés de flottation, ou de matières non préparées telles que le schlamm brut. Le rendement du filtre, lorsqu'on traite des schlamms bruts, dépend surtout de la teneur en

calibres de moins de 0,1 mm et de la teneur en cendres de la matière ultra-fine traitée. Lorsque l'argile contenu dans les stériles se présente en dispersion ultra-fine, ceci exerce une influence très défavorable sur le rendement et l'assèchement. La teneur en matières solides dans les boues à filtrer est également de grande influence sur le rendement. En général, on cherchera à obtenir une concentration de 400—500 g/l, éventuellement en soumettant la matière à un traitement préparatoire dans des épaississeurs.

L'emploi de clarificateurs inclinés à la place de cônes-épaississeurs représente une nouvelle combinaison intéressante. La première installation de ce genre dans un charbonnage de la Ruhr a donné de bons résultats. Dans de nombreux cas, le clarificateur incliné peut convenir pour remplacer avec succès les épaississeurs coûteux et volumineux.

Ce que nous venons d'exposer est en général également valable pour les charbons de flottation, pour lesquels toutefois — à la suite de manque de cendres et en particulier d'argile — on peut tabler sur un rendement de 50 à 100 % plus élevé du filtre.

Les figures 28, 29 et 30 donnent trois schémas d'installations pour le filtrage de schlamms bruts et flottés.

Au tableau I, nous avons récapitulé divers résultats de service obtenus avec du schlamm brut et du schlamm flotté.

Tandis que pour le schlamm brut le rendement normal en tourteau de filtration s'établit entre 500 et 800 kg/m²/h, avec une teneur en humidité de

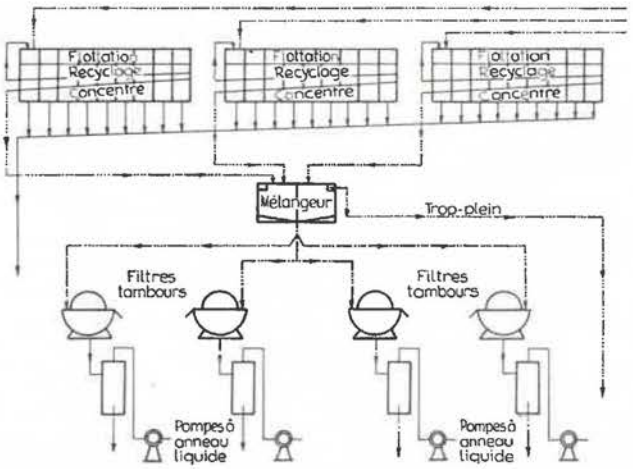


Fig. 29. — Filtres sans cellules dans une installation de flottation.

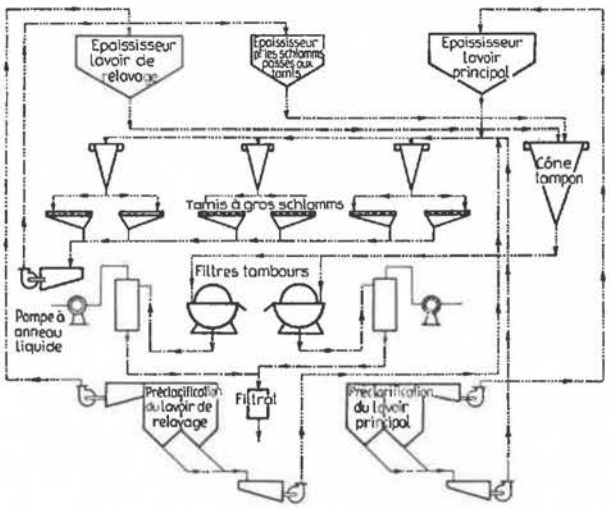


Fig. 28. — Filtres sans cellules pour la filtration de schlamm brut.

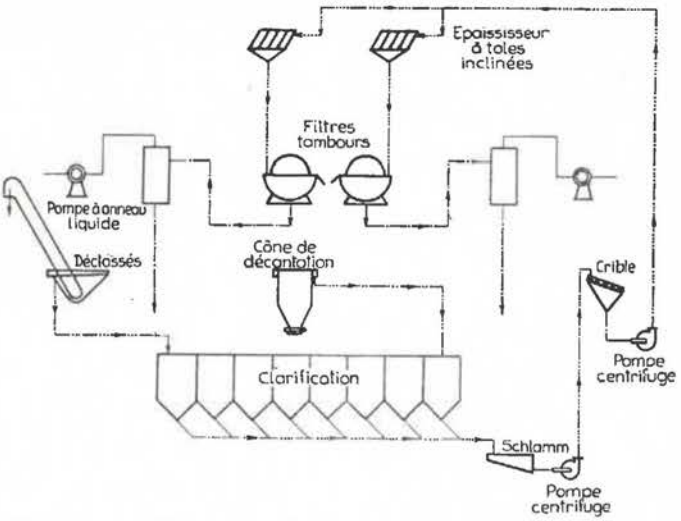


Fig. 30. — Filtres sans cellules traitant des schlamms bruts épaissis dans des épaississeurs à tôles inclinées.

TABLEAU I.

Produit	Alimentation concentration (g/l)	Granulométrie (mm) + 0,3	0,1 — 0,3	— 0,1	Cendres %	Tourteau (kg/m²/h)	Humidité	Filtrat (g/l)
Schlamm brut d'épaississeur	500	17	35	48	22	450	20,5	20
	600	24	33	43	20	600	20,0	15
	650	29	33	38	16	800	22,0	12
Schlamm brut de clarificateur à tôles inclinées	335	28	41	31		600	19,5	
	330	28	40	32		700	20,5	5—10
	426	31	48	21		800	21,5	
	470	39	42	19		900	21,5	
Schlamm flotté	500 — 600	40	32	28	6,5	1200	23	7

20-24 %, on atteint pour les schlamms flottés des rendements en tourteau de 1200 kg/m²/h avec une teneur en humidité de 18-22 %.

Une certaine difficulté peut être occasionnée par la présence d'écume lors du traitement des schlamms de flottation. Jusqu'à présent, il n'a toutefois pas été nécessaire d'incorporer un dispositif éliminant l'écume. Il paraît cependant que — pour certaines sortes de charbon — l'écume exerce tout de même une influence importante sur le rendement.

Enfin, nous voulons encore dire quelques mots au sujet des moyens de filtration utilisés dans la préparation. La toile employée dans les charbonnages allemands est en général une toile Tela à mailles rectangulaires. Pour une épaisseur de fil d'environ 0,2 — 0,3 mm, on obtient une ouverture de maille d'environ 0,08 — 0,1 mm. Etant donné toutefois que les particules de matière solide forment un pont au-dessus des ouvertures des mailles, ce sont en définitive les particules de matière déposées formant le gâteau, qui jouent elles-mêmes le rôle du moyen de filtration. C'est ainsi que des particules beaucoup plus fines que celles correspondant à l'ouverture des mailles, sont retenues.

La pureté du filtrat n'est par conséquent pas uniquement déterminée par la nature de la toile employée, la construction du filtre, sa vitesse de rotation et la concentration de la matière à l'alimentation jouant à ce propos également un rôle. Suivant le genre de charbon employé, nous avons obtenu avec les tamis en question des teneurs en matière solide de 7-15 g par litre. L'utilisation de tissus en matières artificielles telles que le nylon ou le perlon n'apporte pas de changement appréciable à l'effet de filtrage lors de l'utilisation de filtres à tambour. Ils sont toutefois partiellement employés avec succès pour les filtres à disques, attendu que pour ces filtres il est important de favoriser le détachement du tourteau par l'emploi d'une toile de grande élasticité. Cette propriété entraîne toutefois le danger d'une usure rapide. Un inconvénient de ces matières artificielles réside aussi dans l'absorption d'eau des fibres, qui s'élève à environ 4 %. Ceci provoque des allongements du tissu.

Une matière artificielle ne présentant pas au même degré cette propriété est le tissu saran d'origine américaine.

Dans les filtres rotatifs sans cellules, la construction spéciale de la chambre de pression permet dans tous les cas un détachement complet du tourteau, et l'on peut renoncer à l'emploi de tissus en fibres artificielles, dont la durée de vie est tout de même réduite.

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.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 25** Fiche n° **10.172**

K. PFUHL. Beitrag zu Verwendung von Stahlausbau in Blindschächten. *Etude sur l'emploi du soutènement métallique dans les puits intérieurs.* — **Bergfreiheit,** 1954, avril, p. 123/131, 15 fig.

Jusqu'à présent le soutènement métallique est relativement peu développé dans les puits intérieurs bien qu'il jouisse pour cet emploi de nombreux avantages : sécurité contre les incendies et la pourriture, possibilité de remploi, simplicité de placement, haute résistance, encombrement réduit. Aussi peut-on s'attendre à ce que son emploi se développe considérablement dans l'avenir. La hausse des prix pour le bois est, à ce point de vue, un facteur important; il est passé de 18,70 DM le m³ en 1935 à 47,40 DM en 1950 et 89 DM en 1953.

L'auteur établit des prix de revient comparés pour le soutènement en maçonnerie de 2 briques et demi, 2 briques, en bois et en acier, on a respectivement pour 1 m de puits : 1584,50 — 1818,20 — 1284,10 et 1367 DM. Des indications sont données sur les mesures à prendre pour assurer le coulissement en cas de pressions de terrain.

IND. **B 33** Fiche n° **10.034**

E. KRAWZOW et N. PETUCHOW. Mechanisierung des Vortriebes von Vorrichtungsstrecken im Kohlenbekken des Moskauer Gebiets. *Mécanisation des travaux dans le creusement des galeries du bassin charbonnier de la région de Moscou.* — **Bergbau Technik,** 1954, janvier, p. 3/6, 1 fig.

Dans la région de Moscou, à l'heure actuelle, on réserve la mécanisation du creusement des galeries aux conditions suivantes :

1) puissance de couche d'au moins 2,50 m et creusement total en charbon;
2) toit suffisamment solide pour ne pas exiger un soutènement immédiat (les galeries de 2 à 4 m doivent rester sans soutènement);
3) les bancs de mur ne doivent pas être aquifères pour permettre l'emploi du matériel lourd;
4) un mur lisse et résistant convient pour toute espèce de matériel.

Quatre types de galeries sont donnés et le matériel approprié à chaque cas est énuméré.

1) galerie plane (pente max. 1 1/2°) à simple voie, section de 5,6 à 8 m² — traceuse combinée PK — 2 m — permet de réaliser jusqu'à 300 m d'avancement par mois — transport par locos électriques;
2) minage avec chargeuse S-153 — aiguillage pour la manœuvre des berlines. En juillet 1950, dans une section de 8,1 m², on a réalisé 463,50 m d'avancement (loco électr.);
3) dans des conditions plus mauvaises, emploi de la pelle PML 5 ou EPM 1;
4) galeries en charbon avec emploi de la haveuse de traçage WTU-1 et chargeuse S-153.

IND. **B 4110** et **Q 1132** Fiche n° **10.135**

H. SAUL et J. GILL. Working seams in close proximity : some experiments at Sharlston West colliery. *Exploitation de couches très rapprochées : quelques essais au charbonnage de Sharlston West.* — **Iron and Coal T.R.,** 1954, 16 avril, p. 905/909, 2 fig.

Lorsque deux couches sont très proches, il est parfois avantageux de les prendre dans l'ordre ascendant avec un faible décalage : 1) la couche supérieure se trouvant dans la zone de décollement des bancs est plus aisée à travailler — 2) les dégâts à la surface durent moins longtemps — 3) on concentre le transport dans les mêmes galeries, cela implique cependant le remblayage de la couche inférieure. Des essais dans ce sens ont été essayés d'abord dans le district de Wakefield de la division Nord-Est, au charbonnage de Shaw Cross où ils ont été arrêtés par suite de la faible ouverture de la couche inférieure qui ne permettait pas le remblayage mécanique. Ces essais ont été continués au charbonnage de Sharlston West dans la couche Haigh Moor. Composition de cette couche :

toit, charbon : 1,15 m — schiste : 2,00 m — charbon : 0,80 m, mur. Disposition du chantier, longueur de taille environ 100 m; l'exploitation dans la laie inférieure a débuté le 29 avril 1952 (havage et minage, chargement manuel sur une bande à brin inférieur porteur); le 19 juin la taille supérieure a démarré avec un décalage de 22 m. Cet intervalle a été ramené à 9 m le 25 septembre. Un décalage d'environ 12 m semble le plus avantageux. L'essai a montré que la couche supérieure n'avait plus besoin ni de havage ni de minage avec un cycle de 48 heures. Cependant en vue d'obtenir un plus grand avancement, après divers essais, on y a replacé une haveuse. En janvier 1953, une série de relais a obligé d'arrêter la taille supérieure. L'article donne des détails sur l'organisation du remblayage mécanique par bandes et frondes dans les deux tailles. Conclusion : avantage en faveur du nouveau procédé.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 231** Fiche n° **10.188**

L. DEFFET. L'aptitude à la détonation. — **Explosifs,** n° 1, 1954, p. 27/32.

Cette note résume quelques données relatives à l'aptitude à la détonation et tente d'en dégager des conclusions pratiques.

Plusieurs des problèmes soulevés font actuellement l'objet de recherches poursuivies dans les laboratoires du centre de recherches scientifiques et techniques pour l'industrie des produits explosifs, dont l'auteur est Directeur.

Une des caractéristiques des explosifs est leur propriété plus ou moins grande de faire détoner à distance d'autres explosifs. Ce phénomène est en relation avec l'existence de l'onde de choc, il doit donc répondre en ordre principal de la pression d'explosion et de la vitesse de détonation. Ces hypothèses ne concordent toutefois pas avec différentes constatations faites (en particulier, sur les explosifs au nitrate ammonique). Ceci provient de ce que d'autres causes secondaires interviennent :

a) l'effet mécanique dû à l'onde de choc de la cartouche amorce;

b) l'effet thermique dû à la compression adiabatique de l'air;

c) l'effet thermique pur dû à l'élévation de température au passage de l'onde de choc;

d) l'effet mécanique dû à la percussion de la cartouche réceptrice par des projections solides;

e) l'effet thermique dû à l'action des gaz projetés à grande vitesse et à haute température.

En résumé, la conclusion certaine à tirer des essais sur la transmission à distance est la suivante : plus la densité de la cartouche-amorce augmente et plus la densité de la cartouche réceptrice diminue, plus l'aptitude à la détonation augmente.

IND. **C 234** et **B 33** Fiche n° **10.156**

R. McCORMICK et J. HANCOCK. Further experience with millisecond delay blasting in rippings. *Nouveaux essais avec le tir à micro-retard dans les bosseyements.* — **Colliery Guardian,** 1954, 22 avril, p. 475/482, 12 fig.

Cet article fait suite à celui paru en novembre (fiche n° 8316 — C 234), il souligne brièvement la suite des essais et les résultats obtenus qui confirment complètement les vues exprimées. Les bosseyements ne demandent pas plus de six mines. Etendue des essais : 17.000 détonateurs à courts retards ont été tirés dans plus de 3000 volées. Dans un seul charbonnage, par exemple, plus de 5000 détonateurs du type Carrick (à délai de 50 millisecondes) et du type standard (délai de 25 millisecondes) sans aucun incident. Les bosseyements ont été choisis autant que possible en vue d'obtenir une représentation des diverses conditions rencontrées dans les charbonnages anglais, notamment en ce qui concerne : le type de terrain, les conditions de gisement (fissures, glissements, hétérogénéités ou bancs massifs) : dans un cas où les conditions étaient anormales, trois cas d'amputation ont été constatés, on a aussi fait varier la section des galeries et l'épaisseur des bosseyements.

Bosseyements demandant plus de six mines — dans ce cas, il est nécessaire d'effectuer plusieurs volées et on perd alors une partie des avantages du procédé. Cependant des essais ont été réalisés avec un exploseur plus puissant du type à dynamo Beethoven avec condensateur. Extension des essais — observations faites (référence aux travaux de MM. Fripiat et Schultze-Rhonhof). Le phénomène de l'amputation des charges — l'importance de la durée du retard — le plan de disposition des différents retards, son importance — la position du détonateur — les poussières de charbon. En résumé, on a obtenu des indications sur : a) les amputations (influence de l'amorçage direct et inverse) — b) le retard optimum : les séries des 25 millisecondes comparées aux 50 — c) la disposition optimum des différents retards relativement à la sécurité et la simplicité.

Annexes : 1) Texte de l'autorisation de l'exploseur renforcé avec les conditions — 2) Autorisation spéciale pour l'emploi de détonateurs à micro-retards.

IND. **C 234** Fiche n° **10.185**

P. DUFRASNE. Considérations sur les détonateurs à court retard et leur utilisation dans les exploitations souterraines. — **Explosifs,** n° 1, 1954, p. 12/14, 1 pl.

Evolution des mesures d'agréation : en 1949, retards admis de 0 à 6 (30 millisecondes par retard) — en 1952, de 0 à 10 — depuis avril 1953, la gamme de 0 à 18 est autorisée. Au sujet des détonateurs à retard d'une demi seconde, deux tendances se distinguent : certains exploitants préfèrent standardiser les détos millisecondes et généraliser leur emploi — d'autres (les plus nombreux) limitent l'emploi des détos à court retard aux coupages de voies et aux travaux en présence de charbon.

Dans le but d'étudier le minage d'une roche, on a cinématographié à une cadence de 1000 images/sec. le déplacement des roches soumises à l'effet d'une explosion, les photos représentées correspondent au temps 20, 40, 60, 80 et 100 millisecondes. Après 100 millisecondes, le massif sain miné n'est pas encore en mouvement, seule apparaît une fissuration. Le processus de minage se développe en deux stades : l'explosion provoque une onde de choc qui disloque les éléments peu cohérents, les gaz produits exercent ensuite une pression sur la roche avec détente. Pour autant que deux mines voisines n'explosent pas à des intervalles de temps excédant environ 90 millisecondes, on évitera les dangers de décapitation, d'arrachage des mines et de tir d'angle. Il n'est cependant pas certain que l'intervalle de 30 millisecondes soit le meilleur. Il faut pousser les études en vue de :

1) déterminer ce retard optimum;
2) étudier l'influence du retard sur les vibrations des terrains;
3) s'assurer de l'incidence du retard sur les consommations d'explosifs et le fractionnement des roches.

IND. **C 2351, C 41** et **E 1315** Fiche n° **10.151**

P. HANSROUL. Havage, minage au Cardox, transport par bande à brin inférieur porteur ripée dans une taille aux Charbonnages de Beringen. — **Annales des Mines de Belgique,** 1954, mars, p. 177/186, 19 fig.

Les Charbonnages de Beeringen pratiquent le tir au Cardox depuis 1947.

De 1947 à 1951, l'emploi du Cardox fut dicté par les circonstances du moment plutôt que par une organisation systématique. Ces applications eurent cependant le mérite d'éclairer sur les conditions à remplir pour obtenir une efficacité maximum du système.

Il fut employé dans différents cas :

1) Tir au Cardox dans une couche havée et chargement mécanique avec chargeuse Huwood.
2) Tir dans le sillon supérieur très dur d'une couche après avoir enlevé le sillon inférieur au piqueur.
3) Tir en ferme dans une couche.

Insuccès sans coupage préalable. Augmentation du rendement, mais en général pas de diminution du prix de revient avec coupage préalable ou surface supplémentaire dégagée par une rouilleuse.

4) Enfin, minage systématique en taille havée.

Dans ce cas, l'introduction des bêles articulées et du convoyeur à brin inférieur porteur ripé (technique mise au point au charbonnage même) conduisit à une organisation nouvelle dans les tailles havées. La taille est équipée d'un convoyeur à brin inférieur porteur ripé pendant le poste d'abattage. Le charbon est havé et cardoxé, puis finalement dépecé au marteau-piqueur. Cette méthode de travail, comparée avec la méthode de travail où le charbon est havé et où la courroie est changée tous les 1,80 m, a apporté un gain de rendement de 38 % pour la taille (abatteurs, foudroyeurs, chargeurs) et de 22 % pour le quartier.

L'exposé comprend deux parties :

1) La description et l'évolution de l'abattage au Cardox aux Charbonnages de Beeringen.
2) L'application du tir au Cardox dans une taille havée équipée d'une bande à brin inférieur porteur ripée.

IND. **C 2359** Fiche n° **10.092**

R. ASLAM, S. DAVIDSON et J. HANCOCK. Development of a combined blasting/water infusion technique for coal breaking. *Développement d'une technique combinée tir/injection d'eau pour le débitage du charbon.* — **Colliery Guardian,** 1954, 1er avril, p. 383/390, 5 fig.

En principe, cette technique comporte l'insertion d'une charge d'explosif dans un trou de sonde; on injecte alors dans le massif de charbon environnant de l'eau sous faible pression au moyen d'un tube d'infusion disposé dans le même trou de sonde. Pendant que la charge d'eau agit, on effectue le tir de la charge d'explosif, surimposant une haute pression à l'eau en action, qui pénètre dans les clivages et brise le charbon.

En général, l'infusion ne réussit pas en charbon havé, la méthode s'applique donc mieux en ferme.

Avantages du procédé : 1) sécurité accrue parce que le minage en charbon havé s'est révélé dangereux, en outre l'infusion chasse le grisou libre — 2) suppression des poussières et des fumées. La présente technique s'est inspirée des essais de E. Demelenne qui ne recherchait que l'abattement des poussières (fiche n° 6202 — F 411) et où l'on a constaté un abattement de 40 % dans la teneur en poussières de la ventilation — 3) en cas de raté, on relève simplement la canne d'infusion et place une nouvelle charge — 4) l'eau constitue le bourrage. L'article décrit les essais préliminaires.

Matériel requis : a) explosif, il doit être de sûreté (S.G.P.) et susceptible de supporter la pression d'eau (les Nobel 1198 et 1186 répondent à ces exigences) — b) les détonateurs électriques doivent être insensibles à l'humidité et aussi capables de supporter la pression d'eau sans exploser; les fils sont garnis de plastic — c) amorce en cordtex pour réaliser des séries de tir à retard, elle consiste essentiellement en une cartouche d'explosif à haute brisance entouré de couches de textile et d'une enveloppe extérieure en plastic : l'onde traverse le cordtex à la vitesse de 6000 m/sec. — d) tubes d'infusion courants (quatre types essayés), c'est la pression hydraulique qui cale le tube, des essais sont en cours pour assurer un calage supplémentaire.

IND. **C 244** Fiche n° **10.182**

NATIONAL COAL BOARD. Safety curtains for use during shotfiring. *Rideaux de sécurité utilisables pendant le tir.* — **N.C.B. Inf. Bull. 54/109,** 1954, 4 p. 4 fig.

Dans la division Centre-Est, on a mis au point un rideau de sécurité en vue de diminuer le danger provenant de la projection de pierres par le tir. Outre la sécurité du personnel, il fournit encore une protection pour le matériel (interrupteurs élec-

triques etc...) pouvant se trouver au voisinage de la voie en creusement ou du pli de bosseyement.

Description : Il est constitué de trois éléments de treillis métallique (en fil de 145 W.G.) fixés à demeure à un cintre tubulaire en trois pièces, disposé à la périphérie d'un cintre métallique ordinaire de soutènement et attaché à ce cintre au moyen d'un assemblage spécial. Ce dernier est constitué d'une pince à deux griffes qui se fixe à bonne hauteur au cadre de soutènement et à laquelle sont fixés par soudure deux larges plats : l'un sur chant, supporte l'extrémité de deux tubes coulissants horizontaux dans lesquels passent des anneaux fixés par soudure à la bordure supérieure du treillis, le second fixé par rivet au prolongement de la pince, peut osciller autour de la position horizontale et est percé d'un alésage avec vis de serrage pour recevoir l'extrémité de la partie supérieure du cintre tubulaire à laquelle est soudée, par points, une extrémité cintrée du treillis. Outre ces points de jonction des éléments tubulaires, il existe d'autres attaches à ressort fixant le cintre tubulaire au cadre de soutènement.

Le prix de revient d'un tel cadre est d'environ 15 livres. Un seul homme suffit pour le mettre en place. La ventilation est à peine influencée (2 %). Ils sont en service à la mine Woodside depuis six mois.

IND. **C 244** Fiche n° **9884**

H. BERGERITZ. Von der Schiessnische zum fahrbaren Schiessbunker. *De la niche de tir à l'abri blindé roulant.* — **Bergfreiheit,** 1954, mars, p. 94/96, 3 fig.

Description d'un abri pour le tir en bouveau utilisé à la mine Lohberg. Forme d'obus couché monté sur châssis roulant et muni d'une porte blindée à l'arrière, il se termine en pointe à l'avant; bancs à l'intérieur.

Longueur totale : 2,100 m — hauteur : 1,500 m — Ø : 1,10 m. Place pour quatre ou cinq personnes. La carcasse est constituée d'un ancien corps de chaudière en tôle de 10 mm. Il y a une prise pour raccord à l'air comprimé : on laisse souffler celui-ci à l'intérieur, après le tir (sortie prévue pour l'air usé). Prix de revient avec matériel de remploi : 500 DM, beaucoup moins cher que la réalisation d'abris à renouveler à chaque avance.

Avantages : le local est protégé contre les fumées et peut sans danger être assez proche du point de tir.

IND. **C 4212** Fiche n° **10.139**

H. BERGERAT MONNOYEUR & Cie. Une haveuse de construction allemande : Soest-Ferrum de Düsseldorf. — **Mines,** 1954, n° 1, p. 65/67, 4 fig.

La haveuse à cadre avec soc de chargement est le résultat de longues années d'évolution technique. Elle s'applique au havage entièrement mécanisé, il faut cependant que le toit admette des bêles en porte-à-faux et qu'on dispose d'un convoyeur blindé suivant l'avancement de la taille.

Deux de ces haveuses, ainsi qu'un convoyeur monochaîne de la firme Soest-Ferrum, sont déjà en service au groupe d'Auchel des houillères du Nord et du Pas-de-Calais.

Détails sur les haveuses monocadres et bicadres pour les grandes ouvertures (figure). Un exemple de travail à double cadre existe aux houillères de Pattberg en Rhénanie (couche de 1,35 m).

La haveuse présente de nombreuses variantes, entre autres : elle peut être munie d'un concasseur pneumatique fixé sur le cadre de havage et permettant de réduire les dimensions des blocs de charbon abattu.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 222** et **S 3** Fiche n° **10.238**

J. STREBELLE. Les jauges de déformation (strain gauges) et leur emploi dans l'industrie et en chantier. — **Pact,** 1954, 2 avril, p. 171/173, 3 fig.

Développement rapide de ce moyen d'investigation. Principe : résistance électrique assimilable à un fil qui s'allonge avec le corps sur lequel il est collé et dont la résistance électrique croît proportionnellement à cet allongement. Pour plus de précision, la jauge est reliée à un pont de Wheatstone. Le plus petit allongement lisible correspond à 5 dix millièmes de %, soit une tension d'environ 0,1 kg/mm². Avec un peu d'exercice, on arrive à estimer le 1/4 de cette valeur, soit 25 g/mm².

Utilisation : applications très diverses, en général toute grandeur s'appuyant sur une mesure de déformation.

Vue des enregistreurs : pont de mesure, oscillographe cathodique pour mesures dynamiques, commutateur pour mesure en plusieurs points simultanément.

Portée utile du procédé et ses embûches : les jauges donnent la mesure des tensions à la surface sur une zone peu étendue, on ne doit pas étendre cette mesure aux régions voisines sans justification. A ce point de vue, les essais sur modèles en plexiglas renseignent sur la distribution des tensions. On peut aussi recourir à l'emploi de la technique des vernis craquelant ou à l'essai de pratique sur la pièce entière (Pact. n° 5/1950 et n° 1/1953).

Dans les problèmes des tensions à chaud et les questions où la stabilité de la mesure sur une longue période de temps n'est pas susceptible d'être traitée directement par les jauges de déformation, des techniques connexes permettent cependant de surmonter souvent ces difficultés.

IND. **D 231** Fiche n° **10.208**

F. LANGECKER. Gebirgsschläge im oberbayerischen Pechkohlenbergbau. *Coups de toit dans les exploitations de charbon à longue flamme de Haute-Bavière.* — **Berg- und Hüttenmännische Monatshefte,** 1954, janv., p. 1/13, 13 fig.

La mine Hausham (de la Oberbayerischen A.G. de Munich) a été pendant des dizaines d'années le théâtre de coups de toit parfois catastrophiques.

Parmi un grand nombre d'autres cas, cinq sont étudiés et l'auteur montre qu'ils se rangent sans difficulté dans la théorie systématique de Niemczyk sur les coups de toit qu'il faut considérer comme une perte soudaine d'équilibre des terrains y compris le charbon qui, par suite de l'avancement des travaux, a subi une surcharge.

La tectonique de la Molasse de Haute-Bavière est sans influence sur le déclenchement des coups de toit à la mine Hausham.

L'auteur développe ensuite un exposé du mécanisme des coups de toit dans le bassin de Hausham.

Les mesures prises habituellement dans cette mine pour la prévention des coups de toit sont succinctement signalées.

IND. **D 31** Fiche n° **9888**

NATIONAL COAL BOARD. The use of fire resistant timber in mines. *L'emploi des bois ignifuges dans les mines.* — **N.C.B. Bull. d'Inf. 54/106,** 1954, 8 p.

Le traitement des bois de mine peut avoir pour but de les protéger contre la pourriture : ce cas a été traité dans le Bull. d'Inf. 52/70. La résistance au feu comprend la résistance à l'allumage, à l'émission de flammes, à la pénétration interne du feu, au feu couvant, à la transmission de chaleur, à la perte de résistance. On distingue deux procédés de traitement :

1) par imprégnation de solution saline,
2) par enduit de protection.

D'une façon générale, nombre de substances ignifuges sont exclues dans les mines à cause des vapeurs toxiques ou corrosives qu'elles peuvent dégager.

1) Les procédés d'imprégnation ne sont évidemment utilisables qu'avant l'emploi. On distingue le procédé sous pression qui est le plus efficace, mais demande une installation assez importante, et le procédé par trempage chaud et froid plus simple, mais moins rapide et moins économique.

2) L'enduit de protection est le seul procédé utilisable quand le bois est placé; il est moins coûteux que l'imprégnation, mais doit être renouvelé à des intervalles assez rapprochés. Dans le cas de nouveaux travaux, il y a lieu de préférer l'imprégnation si l'installation vaut la dépense. On prévoira également la protection contre la pourriture.

En annexe : les propriétés d'un certain nombre de sels utilisables sont données.

Pour l'imprégnation, le phosphate ammonique est le plus utilisé et pour le revêtement le silicate de soude sert de liant à une matière inerte : kaolin, craie, plâtre, ciment, vermiculite. On emploie aussi des solutions chaudes de phosphate ammonique.

IND. **D 43** Fiche n° **9880**

J. PRENTICE. Hydraulics in mining - Application in roof support. *L'hydraulique dans les mines - Application au soutènement.* — **Iron & Coal T.R.,** 1954, 5 mars, p. 567/571, 8 fig.

Revue des nouveaux éléments créés par la firme Dowty Mining Equipment, Ltd.

Le nouvel étançon hydraulique « Monarch » de 20 t a divers avantages sur son prédécesseur au point de vue rapidité de pose, sécurité d'enlèvement et facilité d'entretien. L'application d'une pompe à main à deux étages permet à l'étançon en 20 coups de pompe de passer du minimum au maximum d'extension (soit 45 cm de course), l'étage haute pression permettant une charge initiale suffisamment élevée (15 t) pour que la convergence soit faible avant le coulissement.

L'étançon de 40 t — Du même type que le précédent, mais la tension de pose atteint 20 t et le coulissement se produit à 40 t.

Accessoires pour étançons Dowty : *La tête pour bêles glissantes* : utilisable dans les tailles à front dégagé. La plaque d'*assise fixée par carcan* dans le cas de mauvais mur. Le berceau pour étançon qui permet de supporter deux bêles jumelées par un seul étançon. La firme Dowty a aussi mis sur le marché une *pile hydraulique de 80 t* : type P.A. 3745 — surface portante en tête et au pied : 37 dm². Elle comporte également une pompe à deux étages qui permet une tension de pose de 20 t par un seul homme en un temps raisonnable. Une soupape spéciale permet l'enlèvement rapide et une soupape de sûreté permet le coulissement sous une charge de 80 t, en cas de blocage accidentel de cette dernière la pile est construite pour résister à 150 t de charge.

La pompe hydraulique portable pour les essais d'étançons comporte une embase en forme de traîneau avec deux manettes. Au centre se trouve un plongeur à piston creux pour mettre l'étançon en charge. Le plongeur est actionné par une pompe hydraulique à piston. Un étrier détachable permet l'essai des étançons de différentes longueurs et assure leur verticalité.

IND. **D 62, D 222** et **D 711** Fiche n° **10.152**

J. VENTER, P. STASSEN et A. HAUSMAN. Journée du soutènement dans une voie de chantier en plateure, organisée par Inichar à Liège, les 5 et 6 janvier 1954. — **Annales des Mines de Belgique,** 1954, mars, p. 187/222, 36 fig.

Etude des caractères et du comportement des divers types de soutènement : cadres Toussaint-Heinztmann, Recker et boulonnage, établis dans les mêmes terrains de la mine.

Il s'agit d'une voie de transport au pied d'une taille chassante dans la couche Stenaye à la profondeur de 1010 m au siège n° 2 du Charbonnage de Gosson, La Haye et Horloz à Tilleur.

Dans son principe, l'étude vise à définir aussi exactement que possible les caractères de divers types de soutènement utilisés, les conditions dans lesquelles ils ont été mis en œuvre et les résultats obtenus. L'aspect économique n'a pas été oublié. Cette étude se situe d'ailleurs dans le cadre plus général de celle des pressions et du soutènement au chantier.

M. P. Stassen expose la situation et les caractéristiques du chantier, les principes observés pour la réalisation des trois dispositifs de soutènement dans la voie. Des commentaires sont donnés sur les

photographies qui traduisent les résultats et des conclusions sont tirées.

M. A. Hausman donne les diagrammes qui ont été tirés des mesures effectuées et établit le prix de revient comparatif.

Remarques, conclusions et discussion.

Conclusions générales par M. J. Venter.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 129 Fiche n° **10.080**

NATIONAL COAL BOARD. The Piggyback conveyor. *Le convoyeur Piggyback.* — **N.C.B. Inf. Bull. 54/103,** 1954, 13 fig. - Résumé dans **Iron and Coal T.R.,** 1954, 16 avril, p. 921/922, 3 fig.

Vue et description détaillée du « Long Piggyback » de la Long Super Mine Car Co (W. Virginia) correspondant à la description donnée du Piggyback (fiche n° 6593 — E 129). Il existe deux types : le PT 12 de 300 mm de large (débit 2,5 t/minute) et le PT 15 de 375 mm (4,5 t/minute). Un tableau des principales dimensions est donné.

L'article donne des cas d'application aux E.-U. ainsi que des détails sur un essai à la mine Ellington en Angleterre. Couche : toit-charbon 1,10 m — schiste 40 cm — charbon 12 cm — schiste 5 cm — charbon 88 cm — mur. Reprise d'un massif triangulaire entre failles et vieux travaux. Deux chassages cintrés de 4,80 m sont poussés en avant avec recoupes tous les 18 m.

Matériel utilisé : 1 chargeuse Joy 8 BU — 2 haveuses shortwall — 2 Piggybacks — 2 convoyeurs à chaînes — 1 truck T2 pour l'approvisionnement — 1 perforateur pour minage — personnel : 5 hommes à 2 postes.

Conclusions : l'installation est en service depuis trop peu de temps pour pouvoir tirer les conclusions définitives. Les Piggybacks en eux-mêmes correspondent à ce qu'on attend d'eux, mais beaucoup de difficultés accessoires ont été rencontrées.

La chargeuse Joy 8 BU n'est pas suffisante pour suivre le Piggyback, on attend un 12 BU mieux approprié. La méthode implique des haveuses shortwall sur chenilles qu'on n'a pu se procurer pour cet essai. Pour des massifs suffisants à extraction partielle, on pense que, là où les shuttle cars sont inutilisables, il y aura avantage à utiliser les Piggybacks. Vraisemblablement, il faudrait une haveuse shortwall pour trois Piggybacks avec trois chassages jumelés.

IND. E 1313 Fiche n° **10.235**

GENERAL ELECTRIC C°. Weatherproof rotation switch warning of breakdown. *Interrupteur à rotation antigrisouteux : avertisseur de panne.* — **Iron and Coal T.R.,** 1954, 30 avril, p. 1017, 1 fig.

Coffret antigrisouteux avec interrupteur à rotation pour emploi avec convoyeurs et autres engins de manutention en série. On le monte notamment dans un circuit pilote contrôlant le moteur du convoyeur précédent et le mettant à l'arrêt si son propre convoyeur s'arrête ou marche trop lentement. Dans une chaîne de convoyeurs équipés chacun avec un tel appareil, on évite ainsi l'accumulation des produits en un point.

Chaque coffret est équipé de deux interrupteurs à mercure, à rupture retardée ou signal retardé pour marche de 1 à 5 A — 230 V traversant deux cadres libres d'osciller et mus par deux cannes Tufnol diamétralement opposées sur un arbre à cames.

Les deux balanciers doivent rester arrêtés de 3 à 5 secondes avant de donner le signal ou de rompre le circuit. L'arbre à came est commandé par une transmission flexible mue par un axe quelconque en rotation de l'engin contrôlé.

A la différence des appareils à force centrifuge, il n'exige pas d'amplificateur de vitesse et il fonctionne sur des arbres dont la vitesse varie entre 25 et 50 t/min.

IND. E 250 Fiche n° **10.094**

T. GREEN. Locomotives for underground haulage : field of choice available. *Locomotives pour le transport au fond : champ d'application.* — **Iron and Coal T.R.,** 1954, 2 avril, p. 801/806, 5 fig.

Théoriquement quatre types de locomotives sont utilisables : celles à air comprimé, 1500 en Europe (pourtant peu recommandables : trop coûteuses, faible rendement, champ d'application restreint). Celles à pantographe (le trolley est interdit en Angleterre) utilisables seulement dans des conditions bien définies à l'heure actuelle et notamment l'absence complète de poussée de la voie. Les locomotives Diesel. Les locomotives à accus. Pour la comparaison des locomotives Diesel et à accus, quatre points sont à envisager : performance, résultats pratiques, entretien, coût.

Performance : il y a quatre types de Diesel 15 t, 100 HP en service à l'heure actuelle et deux types de loco à accus de 13 t, moteurs de 60 à 90 HP (pendant une heure) — le diagramme course-effort au crochet montre un très faible écart. Pratiquement quand la pente dépasse 1°, l'auteur déconseille plus ou moins la loco à accus.

Expérience acquise au cours des six dernières années : au début les locos à batteries ont eu certains accrocs tels que controllers brûlés en relation avec des surcharges exagérées ou des défauts d'entretien. Les incidents de marche aux diesels sont plus nombreux : rupture de fond de cylindre, échauffement du collecteur d'échappement, rupture de la courroie auxiliaire, dégagement de vapeurs nitreuses, corrosion du radiateur.

Entretien : la batterie ne demande qu'un bon électricien, le diesel demande un spécialiste plus qualifié et les résultats obtenus sont très variables.

Coût : l'auteur qui fait partie d'un comité de contrôle n'a pas trouvé jusqu'à présent une base suffisante de comparaison.

Avenir : une locomotive peut durer environ trente ans, il est difficile de prévoir les améliorations qui seront apportées dans les deux genres de locos : l'échappement du diesel, la batterie de la loco électrique sont des points critiques.

IND. **E 412** et **H 44** Fiche n° **10.050**[I]

F. LOEBNER. Steuern und Regeln von elektrischen Antrieben unter Zuhilfenahme moderner Verstärker. *Contrôle et réglage des moteurs électriques au moyen des amplificateurs modernes.* — **Schlägel und Eisen,** 1954, mars, p. 49/53, 10 fig.

Lorsqu'on désire obtenir d'un moteur électrique un régime prédéterminé avec des écarts très faibles, on s'adresse à la technique des amplificateurs dont l'auteur esquisse les réalisations actuelles. Elle est apparentée à la technique de la radiodiffusion (cantonnée dans les courants faibles) mais utilise les lampes à vapeur de mercure avec grille écran (appropriées aux grandes puissances) en plus des machines amplificatrices et des amplificateurs magnétiques. L'auteur se propose de décrire leur construction et leur champ d'application, spécialement pour le contrôle automatique et pour les machines d'extraction à haut rendement.

Emploi de l'amplification répétée en téléphonie. En courant fort, on applique les machines amplificatrices sous forme de groupe Léonard qui, avec une variation de 5 km, peut commander 2000 km, ou bien de relais magnétique où avec 40 W on commande à distance 40 kW. Schéma type d'un tel dispositif : circuit d'entrée et de sortie avec réseau intermédiaire.

Application de l'autoréglage à un groupe Léonard — Introduction de l'amplificateur pour assurer le réglage rapide — Schéma type qui en découle.

L'amplificateur électronique (lampe à vide) pour la commande des relais. L'ampoule à gaz (thyratron), ses caractéristiques de fonctionnement. L'ignitron, soupape à très grande intensité pendant un temps très court.

IND. **E 415** Fiche n° **10.127**

A. BARCLAY SONS & C°. New brake for winding engines. *Nouveau frein pour machines d'extraction.* — **Colliery Guardian,** 1954, 8 avril, p. 437/441, 7 fig. **Colliery Engineering,** 1954, mai, p. 182/190, 12 fig.

Un bon frein doit être d'un fonctionnement sûr, rapide, énergique et d'un contrôle aisé. Les ingénieurs R.W. Bell et R. Ellis de la firme A. Barclay Sons Co (Caledonia Works, Kilmarnock) ont mis au point un système de commande de frein pour machine d'extraction qui répond à ces desiderata.

En principe, on intercale entre les deux mâchoires du frein de puissants ressorts en hélice qui maintiennent les mâchoires fermées. Un cylindre à piston est intercalé entre les deux extrémités du jeu de ressorts et en actionnant une triple valve on envoie un fluide (vapeur ou air comprimé ou eau) sous pression qui ouvre le frein et permet le fonctionnement de la machine. Pour l'arrêt ou si la pression vient à faire défaut, l'effort sur le piston est supprimé et le frein se ferme. On obtient ainsi une action beaucoup plus rapide que celle due à la chute d'un contre-poids; en outre, l'absence de jeu, qui existe toujours dans le cas des leviers de renvoi, fait que la course est réduite au minimum, autre avantage qui contribue à la rapidité et à la sûreté du fonctionnement. La valve triple assure un échappement du fluide plus grand que l'admission. La commande du frein est douce et progressive, de sorte que les garnitures du frein ont une vie plus longue et, d'autre part, les manœuvres sont accélérées : dans un grand charbonnage, on a constaté un gain de 10 % sur le nombre de traits réalisés. L'article donne des détails sur la disposition des ressorts et le fonctionnement de la triple valve. Le système est applicable avec deux cylindres aux freins suspendus et avec un seul aux freins avec pivots au sol. Des photos représentent la disposition à la mine Lady Victoria (Newbattle, Newtongrange).

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. **F 11** Fiche n° **10.051**[I]

J. SWIRLES et F. HINSLEY. Measurement of air flow : the use of vane anemometers. *Mesure des débits d'air : emploi d'anémomètres à ailettes.* — **Colliery Guardian,** 1954, 18 mars, p. 319/326, 9 fig. - 25 mars, p. 356/360, 1 fig.

L'appareil le plus usité pour la mesure des débits d'air est l'anémomètre à ailettes. Pour les mesures en galeries, l'opérateur promène en général l'appareil dans la section pendant une minute : des opérateurs différents avec des appareils de diverses marques ont trouvé des résultats très dispersés. Les auteurs recherchent la possibilité d'obtenir des résultats concordant avec ces appareils au moyen d'une méthode standardisée.

Rappel des trois méthodes possibles :

1) celle du point fixe dont le rapport de lecture à la lecture moyenne devrait être connu;
2) la méthode de précision où la galerie est divisée par un treillis en fil mince et où l'on mesure la vitesse dans chaque case (réservée au débit des cheminées de ventilateurs);
3) la méthode courante spécialement étudiée ici.

Calibrage des anémomètres en tunnel : courbes de correction pour les diverses marques — Recherches théoriques : influence de la vitesse de déplacement — Effet de la variation de densité à l'air. Recherches pratiques : effet du corps de l'opérateur — influence de la proximité.

Les auteurs ont procédé à une série d'essais pour comparer la méthode pratique avec déplacement de l'anémomètre et la méthode précise par section divisée. La galerie d'essai avait 1,90 × 1,45 m et a été divisée en 25 éléments par deux séries de quatre fils perpendiculaires. Les écarts ont oscillé entre — 1,1 et + 3,4 %. D'autres séries d'essais ont été faits en faisant varier la vitesse de déplacement de l'anémomètre, en utilisant diverses marques et en comparant les essais avec tenue à la main et tenue en bout de tige de l'anémomètre.

En conclusion : 1) Les plus grandes erreurs proviennent de la tenue à la main : une tige d'au moins 1,50 m est à conseiller. Le corps de l'observateur dans la section mesurée fausse les résultats.

Le calibrage des anémomètres doit être revisé par un organisme compétent : une formule simple de constructeur ne peut donner des valeurs précises. La vitesse de déplacement est une source d'erreur : si le vent a moins de 2 m par seconde, la vitesse de déplacement de l'anémomètre ne doit pas dépasser 0,30 m sec. Un angle de lacet de 20° n'entraîne pas plus de ± 2,5 % d'erreur. Des erreurs de même ordre de grandeur ont été constatées par l'emploi d'observateurs différents et de six marques différentes d'appareils. Deux anémomètres étrangers, à mesure automatique du temps, ont été trouvés avantageux au point de vue dispersion des résultats.

IND. **F 11** Fiche n° **10.047**

E. LINSEL. Das Mikrobarometer der Askania-Werke, ein neues Gerät für bergmännische Wetterdruckmessungen. *Le microbaromètre des ateliers Askania, un nouvel appareil pour la mesure des dépressions dans les mines.* — **Schlägel und Eisen,** 1954, mars, p. 53/59, 18 fig.

L'économie et la sécurité de la ventilation nécessitent des mesures de pressions locales pour déterminer la valeur de la résistance (R ou R 100) des éléments du réseau de ventilation.

Les appareils utilisés jusqu'à présent donnaient des erreurs dues en partie à l'hystérésis de la boîte et aussi au mécanisme amplificateur. Etant donné l'instabilité de la ventilation, il en résultait des mesures inadmissibles.

L'appareil présenté augmente la précision par l'emploi d'un petit tube Bourdon enroulé en hélice, l'exactitude de la lecture est due surtout à la disposition d'un système amplificateur optique à double réflexion du spot sur une échelle graduée.

On peut s'attendre à des précisions accrues sur les données de la ventilation grâce à l'emploi du nouvel appareil. Celles-ci seront plus facilement acquises par l'emploi du microbarographe basé sur le même principe. Il bénéficie des mêmes avantages par rapport aux autres barographes utilisés jusqu'à présent.

A. Revue des appareils utilisés jusqu'à présent.

B. Description détaillée et vues du nouvel appareil — vue de l'installation d'étalonnage — utilisation de la double échelle et correction de température — exemple d'application.

C. Le microbarographe — avantages mais aussi précautions à prendre avec le nouvel appareil.

IND. **F 2321** Fiche n° **9871**

H. TITMAN. The ignition hazard from sparks from cast alloys of magnesium and aluminium. *Le danger d'allumage par étincelles des pièces coulées en alliages de magnésium et d'aluminium.* — **Safety in Mines Research Establishment. Res. Rep n° 90,** 1954, févr., 24 p. 7 fig.

L'emploi des alliages de métaux légers se développe beaucoup. Le danger qui en résulte pour les mines doit être évalué et mis en contrepartie des avantages qu'ils présentent. Bon nombre de ces alliages ont une teneur en magnésium ne dépassant pas 11 %. La présente étude donne les résultats de multiples essais en vue de déterminer l'influence des constituants et de chercher une relation entre la probabilité d'allumage et la composition de l'atmosphère, de la hauteur de chute et de l'angle d'impact. Un cylindre en laiton portant un disque en alliage à essayer (poids total 16,3 kg) tombe d'une certaine hauteur sur une plaque d'acier rouillée et disposée avec une certaine inclinaison. La méthode a été décrite antérieurement. L'article donne des diagrammes et des photos d'étincelles. Les conclusions comportent huit points, notamment : l'aluminium pur présente déjà un certain danger; il augmente avec la teneur en magnésium. La composition de l'atmosphère la plus dangereuse est celle qui tient 6,4 % de méthane, l'extension des mélanges dangereux dépend de la teneur en magnésium, elle est la plus réduite pour l'aluminium pur.

Au sujet de l'angle d'impact, l'influence varie peu entre 35 et 55°. C'est dans cette région qu'il est le plus dangereux. L'état d'oxydation de la plaque a une grande influence (rugosité).

IND. **F 24** Fiche n° **9891**

G. SPINDLER. Degasification of coal seams. *Dégazéification des couches de houille.* — **Coal Mine Modernization,** 1953, p. 206/220, 7 fig.

Le captage du grisou dans les mines de houille a un double but : 1) assainir les chantiers et réduire la proportion de méthane dans l'air à un taux assigné (p.c. 1,5 %) — 2) utiliser le gaz capté comme combustible. Ce second point de vue considéré d'abord comme secondaire a acquis en Europe une grande importance. Une quarantaine de mines produisent régulièrement du gaz canalisé vers des chaufferies ou des cokeries. En Amérique, les premiers essais datant de 1931 ont été faits par de très longs sondages horizontaux dans la veine sans résultat pratique. En 1952, l'Université de West Virginia a élaboré un programme d'études pour le captage du grisou dans la couche Pittsburgh. Elle a 2 m d'ouverture, charbon compact, mais avec clivage net, 37 % de M.V.; elle affleure en plateure le long de la Monongahela et de ses affluents et est largement exploitée. Le terrain choisi pour les essais est vierge et légèrement plissé, situé en avant de galeries d'exploitations reconnues fort grisouteuses. Deux sondages verticaux ont été foncés à partir de la surface (Ø 16 cm, tubes de soutènement frettés à la base, dans le toit de la couche Sewickley, à 110 m de profondeur — profondeur totale 140 m au toit de la couche Pittsburgh). Les frettes n'étaient pas étanches et on a dû pomper des venues d'eau. Les deux premiers sondages situés à 75 m et à 135 m des galeries d'exploitation ont donné du gaz à 94—97 % de méthane, à des pressions de 0,8 à 1,5 kg/cm²; le débit maximum a été de 1120 m³/jour et il tombe progressivement jusqu'à 170 m³ en 6 mois. On peut le forcer par aspiration jusqu'à 300 m³. Quatre galeries de drainage distantes de 21 m ont été poussées jusqu'à 1200 m dans le massif et ont donné un débit de 14.000 m³/jour; elles ont été fermées par des serrements et le sondage n° 3 a été foncé de la surface

jusqu'à leur rencontre. Il a débité en six mois un total de 1.680.000 m³. Cela prouve : 1) que le charbon mis à nu continue à dégager du gaz en grande quantité et assez régulièrement — 2) par comparaison avec d'autres résultats, que la perméabilité au gaz varie extrêmement suivant les veines et les localités — 3) que le gaz de la veine Pittsburgh doit provenir des clivages et peut-être de fissures d'origine géologique — 4) il paraît possible de drainer le grisou dans les conditions des essais.

IND. **F 24** Fiche n° **10.044**

J. CREMER et J. RENARD. L'utilisation de couronnes diamantées dans les travaux de forage pour captage de grisou aux Charbonnages de Monceau-Fontaine. — **Bull. Techn. n° 1 de l'U.I.Lv.**, 1954, p. 16/33, 13 fig.

Les essais effectués aux Charbonnages de Monceau-Fontaine à l'aide de couronnes diamantées de différentes compositions et types, ont prouvé l'efficacité d'une utilisation combinée de ces outils avec les couronnes en métal dur pour la réalisation des sondages au grisou, surtout lorsque l'on doit traverser un pourcentage de grès d'une certaine importance.

1) L'utilisation des couronnes à pierres entières n'est pas à conseiller pour ce genre de travaux, à cause du caractère peu sensitif des sondeuses employées et du manque de spécialisation du personnel. Ces couronnes sont trop vulnérables, qu'elles soient carottantes ou non.
2) Les couronnes pleines à concrétion sont moins vulnérables que celles à pierres entières, mais les fortes pressions de travail qu'elles exigent augmentent les risques de détérioration. De plus, elles sont coûteuses du fait de leur teneur élevée en diamants.
3) Les couronnes carottantes en concrétion diamantée normale se sont avérées très économiques pour le forage en grès, dans lequel elles donnent des avancements remarquables, de l'ordre de 4 à 5 cm/min. Quoique plus robustes que les couronnes à pierres entières, elles exigent néanmoins d'être utilisées avec un certain soin.
4) Les couronnes carottantes, à carbures imprégnés de diamants, sont de loin plus économiques que les taillants en métal dur. D'une usure excessivement faible, elles possèdent le grand avantage de pouvoir être utilisées sans la moindre préparation ou attention spéciales du personnel et permettent de réaliser des avancements instantanés de l'ordre de 2 cm/min. Grâce à leur faible teneur en diamant, leur prix est très modique.

IND. **F 30** Fiche n° **9878**

D. CARPENTER. The inflammability of coal dusts. *L'inflammation des poussières de charbon.* — **Colliery Guardian**, 1954, 11 mars, p. 289/294, 6 fig.

Recherche en vue d'établir : 1°) si, oui ou non, la variation de la teneur en matières volatiles est un facteur déterminant de l'inflammabilité relative des poussières des diverses sortes de charbons et 2°) leur température d'inflammation. L'appareil d'essai (standard du Safety in Mines Res. Establ.) comporte un tube coudé à angle droit. La partie horizontale est amincie et reçoit une nacelle en aluminium contenant la charge de poussières à essayer. L'arrivée d'oxygène se fait à son extrémité au moyen d'une vanne à ressort qui assure la constance de l'alimentation. La partie inclinée verticalement vers le bas est divisée en deux sections par un treillis horizontal placé assez haut qui assure la dispersion des poussières, le centre du tube (en quartz) traverse un four électrique chauffé à 700°. Lorsqu'il y a allumage, la flamme sort à la base du tube. L'inflammabilité se mesure par la proportion de matière inerte qu'il faut incorporer pour empêcher l'allumage. Pour déterminer la température d'allumage, on ne met pas de poussière inerte et on baisse progressivement la température du four jusqu'à non allumage.

Des diagrammes des diverses séries d'essais sont donnés. On constate notamment une chute de l'inflammabilité en dessous de 21 % de matières volatiles.

Conclusions : Les diagrammes donnent la variation de l'inflammabilité relative et de la température d'allumage en fonction de la dimension des particules, de la teneur en matières volatiles ou de la teneur en oxygène de l'atmosphère. On ne peut en déduire une relation bien définie entre l'inflammabilité relative et la température d'allumage. On note qu'en faisant passer la teneur en oxygène de 21,3 (air) à 22,2, l'inflammabilité augmente très notablement et des poussières qui ne l'étaient pas le deviennent. Il est probable que la réactivité des particules joue le rôle principal dans le cas des particules anthraciteuses, tandis que l'oxydation des produits de décomposition varie avec la teneur en matières volatiles.

IND. **F 31** Fiche n° **10.063**

H. SCHULTZE-ROHNHOF. Versuche über die Wirksamkeit des Chlorkalziumpastenverfahren als Explosionsschutzmittel. *Recherche sur l'efficacité du procédé à la bouillie de chlorure calcique comme moyen de protection contre les explosions.* — **Glückauf**, 1954, 27 mars, p. 345/354, 13 fig.

L'auteur a montré les avantages de l'épandage de sel en galeries par rapport à la schistification pour combattre le danger des coups de poussière (fiche n° 5395 — F 31). Trois mines allemandes ont essayé un procédé un peu différent qui consiste à projeter le sel sous forme de pâte hygroscopique. L'article concerne les essais faits à la mine de recherche au moyen de ce procédé.

La Chemische Fabrik Kalk associe le chlorure de calcium à une gelée qui fait adhérer la pâte aux parois et au toit de la galerie. La concentration doit être appropriée aux conditions climatiques du lieu d'emploi pour conserver son état plastique aussi longtemps que possible (diagramme). Les essais ont eu lieu dans la galerie où s'étaient faits les essais susdits du procédé de la mine Beckerwerth. Les présents essais ont été réalisés avec le matériel et le personnel de la mine König Ludwig sous le

contrôle de l'ingénieur en chef Striebeck. Vue et description du matériel comportant un chariot porte-tuyère de pulvérisation à l'air comprimé et une berline fermée d'alimentation. La galerie d'essai a été traitée du 20me mètre jusqu'au 120me, les 20 premiers étant réservés pour le coup de poussière; pour réaliser les conditions pratiques, la galerie a été laissée en repos deux mois avant l'essai — pendant ce temps, on a extrait 75 t de charbon de la taille en Dunnebank et amené 40 kg de poussières dans la galerie. De plus, en l'intervalle de trois jours, on a dispersé en 7 fois 50 kg de poussières fines de charbon gras. L'explosion ne s'est propagée que sur 10 m de la zone traitée et n'a en tout cas pas atteint le 20me mètre. Les essais ont été réalisés plusieurs fois et la contre-épreuve a été faite sans protection. Les avantages du procédé par rapport à la schistification et au simple épandage ont été bien mis en évidence. Le produit sert également de revêtement ignifuge sur les boisages et s'oppose à la propagation de l'incendie.

IND. **F 40** Fiche n° **9892**

J. WESTFIELD, L. JOHNSON et F. ANDERSON. Coal dust sources and control underground. *Source et prévention des poussières de charbon dans les travaux du fond.* — **Coal Mine Modernization**, 1953, p. 221/230 - **Mining Congress Journal**, 1953, juin, p. 74.

Les poussières de charbon ont deux sources : le chantier et le transport. La première est la plus importante. Les causes sont d'abord l'écrasement des piliers soumis à forte pression, puis toutes les opérations d'abattage et de chargement. Le havage produit toujours de fortes concentrations de poussières flottantes ainsi que les machines d'abattage continu, viennent ensuite le forage, le minage et le pelletage. Les transports par rails produisent moins de poussières que les véhicules à chenilles ou à jante en caoutchouc; les chaînes à raclettes et les couloirs oscillants triturent le charbon; à tous les points de chute et de culbutage se forment des nuages opaques. L'eau est le meilleur agent pour combattre les poussières; elle doit être appliquée immédiatement à la source parce que les poussières en suspension dans l'air sont très difficiles à abattre; dans tous les cas, il faut une bonne ventilation. Les conditions locales étant très variables, il faut vérifier fréquemment l'atmosphère par des prises d'essai et des analyses. Il est très important de supprimer les poussières au havage : l'arrosage à ce moment profite aussi à toutes les opérations suivantes. Les machines continues ont créé de nouveaux problèmes parce qu'elles sont encombrantes et empêchent la ventilation du front. Le Bureau of Mines a étudié un système consistant en douches plus nombreuses que celles du constructeur et mouillant complètement le charbon avant son entrée dans le convoyeur continu. Un constructeur a proposé de capter les poussières à front par un aspirateur et un collecteur. En ce qui concerne les chargeuses, le charbon doit être mouillé avant d'être pris par le godet de la machine. Les courroies doivent être arrosées environ 30 m en amont du point de décharge. Les brouillards au front de minage constituent une précaution contre les explosions et contre les poussières de roches.

IND. **F 411** Fiche n° **10.025**

A. GRIERSON. Water infusion in coal mining. *L'infusion d'eau en veine.* — **Mining Journal**, 1954, 5 mars, p. 266/268, 1 fig.

Les pulvérisations d'eau à front de taille ne suppriment pas complètement le danger de la silicose parce que les particules les plus fines et les plus dangereuses ne sont pas précipitées. L'injection d'eau en veine donne des résultats satisfaisants. Par cette méthode la couche naturellement poussiéreuse, après traitement, ne donne pas plus de poussières qu'une couche naturellement humide. Autre avantage : en cas de tir, ce dernier est rendu plus efficace.

Dans son livre sur la ventilation dans les mines, R. Wabner signalait déjà en 1901 le procédé Meisner d'infusion. A l'heure actuelle, la tuyauterie simple d'infusion consiste en deux tuyaux concentriques de 1/2 et 1 pouce de Ø assemblés par bride filetée et volant à une extrémité. En actionnant le volant, le tuyau intérieur peut être retiré, ce qui produit la compression d'anneaux en caoutchouc entre des bagues soudées à l'extrémité des deux tuyaux. On forme ainsi au fond du trou de sonde une chambre étanche dans laquelle on applique la pression d'eau et à partir de laquelle l'eau s'infiltre dans les joints du charbon. L'infusion efficace dépend de cinq éléments : 1) la position et l'angle des sondages — 2) l'intervalle des sondages — 3) la pression et la quantité d'eau — 4) la longueur du sondage — 5) la position du scellement.

L'infusion au moyen de vapeur donne également de bons résultats. Les meilleurs correspondent à une proportion de 1 de vapeur pour 3 d'eau.

Enfin, récemment on a eu recours à la combinaison de l'infusion et du tir en veine. On peut l'utiliser avec préhavage ou sans. On distingue aussi le tir à trous courts perpendiculaires à la couche et le tir à trous longs parallèles au front couramment utilisés dans les mines métalliques.

IND. **F 411** Fiche n° **10.196**

A. HOUBERECHTS et G. DEGUELDRE. Essais d'une nouvelle technique d'injection d'eau en veine. — **Bull. de l'Institut d'Hygiène des Mines, Hasselt**, 1954, 25 janvier, 23 p., 5 fig.

L'injection d'eau en veine est le procédé le plus efficace pour supprimer les poussières à leur point de formation. De nombreux tatonnements sont nécessaires pour déterminer la valeur optimum de : l'emplacement, l'écartement, la profondeur des trous, la position du bourrage de sonde, la pression et la vitesse d'injection, la quantité d'eau.

Le nouveau procédé consiste à injecter l'eau à une profondeur beaucoup plus grande atteignant au moins le double de la largeur d'une havée : c'est la télé-injection à moyenne distance.

Avantages : 1) terrains encaissants à peine fissurés : les épontes ne sont pas attaquées par l'eau — 2) la quantité d'eau injectée est moindre et

l'accroissement d'humidité du charbon est très réduit (assèchement rapide des produits pendant le transport). Cette méthode a trouvé son origine au cours d'essais de captage du grisou effectués au charbonnage de Houthalen par M. Lavallée (voir fiche n° 9843 — F 24). L'injection d'eau se fait au delà des cassures très grossières (de 0 à 4,50 m pour les terrains de Houthalen) et en deça de la surface enveloppe des fissurations grossières.

Description des essais à Houthalen — circuit d'aérage — composition de la couche : 1,20 m de charbon au mur, faux toit avec limets 40 cm. Taille de 150 m (45 abatteurs et haveuse), production : 435 tonnes nettes/jour. Soutènement métallique, bêles parallèles au front — couloirs oscillants dans les 50 m supérieurs et bande jusqu'au pied ainsi qu'en galerie — burquin avec descenseur.

Mise en pratique de la télé-injection moyenne : perforatrice rotative, mise au point de la télé-canne d'injection (figure) — Organisation des essais : meilleure tenue du toit constatée — Tableau des mesures d'empoussiérage — influence du descenseur à éliminer (ce dernier produisant plus de poussières avec un charbon moins mouillé). Rapport des teneurs en poussières entre la sortie et l'entrée de taille nettement à l'avantage du nouveau procédé, 65 % d'accroissement contre 160 % antérieurement.

Conclusions.

IND. **F 60** Fiche n° **10.041**

A. SCHIEMANN. Entstehung, Verhütung der Entstehung und Bekämpfung der durch Selbstenzündung der Kohle entstandenen Grubenbrände. *Formation, prévention et lutte contre des incendies spontanés dans le fond.* — **Bergbau Technik,** 1954, janv., p. 38/45, 8 fig.

Exposé des conditions géologiques, tectoniques, pétrographiques, chimiques et physiques favorables à la production d'incendies spontanés. Exposé succinct, des caractéristiques des charbons de la région de Zwickau-Oelsnitz.

Enumération des mesures prises dans cette région pour combattre le danger des incendies spontanés. Pour l'exploitation des couches puissantes prises par tranches, exposé d'une méthode combinée chassante et rabattante.

Liste des moyens connus pour combattre les incendies. Importance du développement des moyens de prévention. Emploi courant à l'heure actuelle de poussière de calcaire.

IND. **F 16** et **F 62** Fiche n° **10.142**

E. BREDENBRUCH. Entstehung und Verhütung von Grubenbränden. *Origine et prévention des incendies au fond.* — **Glückauf,** 1954, 10 avril, p. 393/404, 12 fig.

L'auteur définit un certain nombre de divisions : les feux — les incendies francs — et de subdivisions : en taille ou en remblais pour les premiers — pour les seconds suivant la localisation : au toit, au convoyeur, en chantier, dans les puits. Cela permet d'établir une statistique résumée pour les années 1947 à 1953 de l'origine et de la fréquence des incendies dans les mines de la Ruhr, contrôlés par la station centrale de secours d'Essen. Sur un total de 236 feux et incendies du fond : 157 (soit 66,5 %) sont des feux, leur cause est exclusivement l'ignition spontanée et 79 (soit 33,5 %) sont des incendies francs qui, outre l'ignition spontanée, présentent d'autres origines.

Ainsi, 80 % environ des incendies proviennent d'une ignition spontanée, c'est pourquoi ce processus est décrit en détail — comment on le réalise expérimentalement et comment on s'en protège.

A ce propos, on montre la possibilité, au moyen d'une valeur caractéristique, de découvrir à temps une combustion spontanée grâce à des prises d'air échantillonnées et analysées.

Description des autres catégories d'incendies d'après leur origine et exposé des mesures de protection à prendre. Description des procédés et du matériel qui se sont avérés efficaces ou sont considérés par l'auteur comme recommandables. Il s'étend spécialement sur la construction de barrages, l'embouage et le bourrage sous pression de ces barrages, ainsi que le calfatage des murs de remblais, piles de bois etc... au moyen de l'écume solide (Isoschaum). L'auteur termine en montrant combien l'activité des sauveteurs est pleine de responsabilité.

IND. **F 63** Fiche n° **10.175**

G. FRANKE et G. SCHOLLAS. Die Entstehung und Untersuchung von Grubenbrandgasen unter besonderer Berücksichtigung neuzeitlicher Untersuchungsmethoden. *L'origine et l'analyse des gaz d'incendie du fond spécialement au point de vue des méthodes modernes de contrôle.* — **Bergbau Rundschau,** 1954, avril, p. 176/181, 7 fig.

Une analyse précise et rapide des gaz d'incendie du fond est d'une très grande importance pour la sécurité de la mine tant au point de vue perte de vies humaines que de grands désastres financiers. Les gaz d'incendies du fond sont suffisamment connus, ils ne comprennent pas les gaz des locos Diesel qui se produisent indépendamment de tout incendie. Quelle est l'origine de ces gaz d'incendie ? A la température ordinaire déjà, le charbon fin absorbe l'oxygène et il se produit une élévation de température. Dans des circonstances favorables, spécialement des endroits confinés où passent des fuites d'air, il peut y avoir auto-allumage. Il y a évidemment en plus toutes les causes accidentelles : tir de mines mal conditionnées, glissement des bandes de convoyeurs etc... Indépendamment de ces derniers cas, les premiers donnent souvent lieu à feux couvants ou rougeoyants qui peuvent, après un certain temps, passer à l'incendie déclaré; c'est pourquoi il importe de pouvoir les détecter à temps et les isoler. Si l'on a fait des barrages, on désire, après un certain temps, ouvrir les barrages et retourner dans les chantiers : c'est de nouveau l'analyse des gaz qui renseigne sur le moment propice. L'article donne des exemples d'analyses et signale les indices caractéristiques :

$$\frac{CO \times 100}{N_2 \times 0{,}265 - O_2} \;\&\; \frac{CO_2 \times 100}{N_2 \times 0{,}265 - O_2}$$

et l'usage qu'on en fait.

L'auteur décrit ensuite le procédé de détection et d'estimation de la teneur en oxyde de carbone au pentaiodure. Les formules d'analyse pour méthane, acide carbonique et oxygène sont données :

$$CO_2 + 2\,KOH = K_2CO_3 + H_2O$$
$$CH_4 + 2\,O_2 = CO_2 + 2\,H_2O$$
$$5\,O_2 + 4\,P = 2\,P_2O_5$$

enfin :

$$O_2 + 4\,C_6H_3(OH)_3 = 2\,(OH)_3.H_2C_6.C_6H_2(OH)_3$$

Les laboratoires à gaz portatifs de Winter-Brookmann, Schondorff-Brookmann et de la firme Wösthoff sont représentés.

H. ENERGIE.

IND. H 331 Fiche n° 10.060

NATIONAL COAL BOARD. Installation at Point of Ayr Colliery : Wiggins dry-seal gasholder. *Installation à Point of Ayr d'un gazomètre à joint sec Wiggins.* — **Iron & Coal T.R.**, 1954, 19 mars, p. 697/698, 2 fig.

Gazomètre d'un type nouveau installé par le N.C.B. pour l'accumulation du grisou. Ce gazogène tient son nom de l'inventeur qui a imaginé de substituer au joint hydraulique, à l'huile ou à la graisse, un joint en tissu caoutchouté. Il a été utilisé d'abord aux E.U. par la General American Transportation Corporation, pour l'emmagasinage d'hydrogène, d'azote, de gaz de ville, oxyde de carbone, acide carbonique, gaz de four à coke, tétrafluoréthylène, méthane, etc. Actuellement, il y en a quelques petites unités en service en Angleterre. La capacité de l'unité signalée sera de 7.000 m³. Les dimensions principales approximatives sont : carcasse principale Ø 24 m, carcasse inférieure : 23 m, hauteur au sommet de la cloche : 19 m, hauteur de la carcasse inférieure jusqu'au joint 2,80 m. Le poids total n'atteint que 204 t. Par suite des mauvaises conditions du terrain, il a fallu faire une fondation.

Le joint est en néoprène imprégné d'asbeste, il a une surface de 650 m² et est constitué de deux pièces : l'une relie l'anneau mobile à la carcasse et l'autre l'anneau mobile au couvercle flottant. Ces connexions sont absolument étanches aux gaz et empêchent toute fuite dans l'atmosphère. On a accès au couvercle par une échelle extérieure et des portes à différents niveaux dans la carcasse. Lorsque le gazomètre est rempli, le couvercle actionne une vanne de décharge. La pression du gaz est réglable au moyen de poids en béton répartis à la surface du couvercle. La pression admise à Point of Ayr variera entre 260 et 290 mm d'eau.

IND. H 522 Fiche n° 9890

E. PARKER. Reserved polarity for mine circuits. *Circuits de mine à polarité inversée.* — **Coal Mine Modernization**, 1953, p. 183/205, 12 fig. - **Mining Congress Journal**, 1953, juin, p. 73.

L'article rappelle d'abord la théorie de l'électrolyse. Les différences entre les deux systèmes d'amenée du courant, direct ou inversé, portent sur les redresseurs, le système de distribution, les mises à la terre. L'ancien système des commutatrices s'accommode facilement de l'une ou l'autre polarité, mais il n'en est pas de même avec les redresseurs à vapeur de mercure. On donne les schémas de ces appareils et des pompes et tubes de refroidissement. Avec trolley positif, le refroidisseur doit être isolé du redresseur, du bâti et du sol pour éviter les ennuis de l'électrolyse. Le système inverse est plus simple et plus facile à surveiller. Actuellement, on construit l'appareillage adaptable aux préférences de l'employeur. Les phénomènes électrolytiques au fond peuvent détériorer les supports des trolleys et, plus rarement, les isolants des câbles. On a fait de multiples essais sur la composition des incrustations salines, les poussières, les résistances chimiques et les pertes de courant, les échauffements, suivant l'une ou l'autre polarité. Les isolateurs doivent être maintenus très propres. Certaines détériorations des enveloppes des câbles peuvent s'expliquer par l'électro-osmose. Les rails, tuyauteries de pompes et d'air comprimé sont sujets à la corrosion par les courants vagabonds qui sont inévitables mais qu'on peut réduire par une bonne distribution, par des connections métalliques et en rendant les pièces cathodiques par rapport à la terre. Le résultat n'est pas parfait parce qu'il y a une multitude d'irrégularités dans la voie, la conductibilité du sol et le voltage des courants vagabonds. En pratique, il est difficile de dire quelle polarité est la plus avantageuse. Cependant le Comité des Ingénieurs de la corrosion recommande le trolley positif et celui de l'American Congress conseille de ne faire aucun changement aux installations existantes sans consulter les experts des constructeurs d'équipement électrique.

IND. H 5511 Fiche n° 9874

S. MARGERSON et H. ROBINSON. A piezo-electric recording manometer. *Manomètre piezoélectrique enregistreur.* — **Safety in Mines Research Establ. - Res. Rep. n° 82**, 1953, décembre, 34 p., 3 fig., 7 pl.

Les appareils destinés à mesurer la pression développée par une explosion : rappel des instruments employés jusqu'ici, en particulier des manomètres piézoélectriques dont la constante de temps ne dépassait pas 0,2 s, ce qui convenait à l'étude d'explosions plus ou moins instantanées, mais non aux explosions se développant plus ou moins lentement, comme dans l'étude des enceintes d'*appareils antidéflagrants*.

Description d'un appareil piézoélectrique enregistreur dont la constante de temps peut atteindre 30 s ou plus; réalisation de deux modèles, le petit à quartz de 1,25 cm de diamètre, le grand à quatre cristaux de quartz de 2,5 cm de diamètre, avec 100 pF de capacité et débitant 40 pC par 7 pz; la sensibilité varie par intercalation de capacités; le transformateur d'impédance, pièce capitale entre le détecteur et l'oscillographe enregistreur; schéma des montages. Etalonnage. Appareils accessoires, notamment pour la mesure de constante de temps.

Résumé Cerchar Paris.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES CHARBONS.

IND. I 339 Fiche n° 10.193

T. NAYLOR. Cleaning fine coal by classification methods. *Lavage du charbon fin par des méthodes de classification.* — **Colliery Engineering,** 1954, avril, p. 154/156, 3 fig.

Les appareils du type à classification ont été largement employés dans la préparation du charbon (Robinson, Menzies, Hydrotator). L'auteur présente un nouveau type de classificateur pour traiter les schlamms inférieurs à 2 mm. Les classificateurs sont de deux types : à sédimentation libre et à sédimentation empêchée. La sédimentation libre, avec une dilution importante, donne une classification par calibres, les schistes fins étant éliminés dans l'overflow. La sédimentation empêchée donne plutôt une classification par densité et, dans ce cas, le schiste passe dans l'underflow et le charbon dans l'overflow.

L'appareil décrit est du type à sédimentation empêchée. Il est formé d'un réservoir ouvert de 2 m de diamètre à fond incliné. Les produits déposés sont relevés par une roue à palettes inclinée au-dessus du niveau de l'eau et déchargés par une ouverture dans le fond incliné. Le schiste éliminé contient environ 90 % de plongeant à 1,6 et 27 à 33 % d'humidité.

IND. I 35 Fiche n° 10.036

J. ALLUM et P. WHELAN. Froth flotation of low-rank coals. *Flottation de charbon peu houillifiés.* — **Journal of the Institute of Fuel,** 1954, mars, p. 142/147, 5 fig.

Les essais de flottation de beaucoup de charbons peu houillifiés au moyen des réactifs habituels ont échoué par suite de la consommation exagérée de ces réactifs. Des essais de laboratoire montrent que les variations de pH, de température et de temps de conditionnement et l'addition d'agents dispersants ne corrigent pas cet inconvénient. Un conditionnement en deux étapes, où l'agitation avec une huile auxiliaire bon marché telle que le fuel oil moyen précède l'addition d'un moussant onéreux tel que l'acide crésylique, réduit les frais de réactifs de plus de 50 %, ce qui permet un traitement économique de ces charbons difficiles.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE.

IND. J 18 Fiche n° 9877

F. NAHR. Druckluft Flüssigkeitsheber und pneumatische Schlammförderanlagen. *Elévateurs de liquides par air comprimé et dispositifs pneumatiques de transport de boues.* — **Fördern und Heben,** 1954, février, p. 93, 96, 97, 9 fig.

Emploi des dispositifs à air comprimé dits « pompes Mammouth » pour remplacer les pompes usuelles, en cas de risques d'usure excessive par exemple. Principe de fonctionnement (éjecteurs) et avantages pour les mélanges de solides et liquides. Exemple d'emploi pour pompage de sable et gravier, de cendres de chaudières, de boues de clarification, de minerai, pour fonçage de caissons de piles de pont, transport de betteraves avec les sucreries etc... Impossibilité d'employer la pompe «Mammouth » lorsque l'on ne dispose pas de la profondeur d'immersion nécessaire du tube, ou que la viscosité de la matière est trop forte. Remplacement par dispositifs fonctionnant par aspiration sous vide et refoulement par air comprimé. Exemples divers d'application : kaolin à 35—40 % d'eau en poids, vidanges, transports de minerais, de boues.

Résumé Cerchar, Paris.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. P 121 Fiche n° 10.128 I et II

A. BRYAN. Accidents in coal mines : a new line of approach. *Accidents dans les mines de charbon : un nouveau procédé d'examen.* — **Colliery Guardian,** 1954, 8 avril, p. 413/419, 4 fig.

Au sujet de l'étude des accidents, il existe deux façons de procéder. On peut prendre chaque accident un peu important en particulier et chercher parmi l'ensemble des circonstances celles qui sont agissantes en remontant de questions en réponses vers l'origine réelle de l'accident en vue de le prévenir, dans le futur, par la règlementation ou tout autre moyen efficace. Pour les accidents moins spectaculaires mais dont la grande répétition entraîne des pertes de salaires et des charges très élevées, l'étude des accidents d'importance similaire pris en bloc au moyen de l'analyse statistique est susceptible de fournir des données intéressantes. L'auteur prend comme exemple la statistique des accidents dans les six divisions du National Coal Board depuis 1944 jusqu'à 1953. L'année 1948 de la nationalisation constitue incontestablement pour toutes une période de transformation, mais on constate deux allures extrêmes. Avant la nationalisation, il y avait tendance à la diminution du taux des accidents (rapporté aux 100.000 postes). Après pour un groupe de trois, cette tendance s'est plus ou moins maintenue, tandis que dans le groupe des trois autres, il y a un relèvement très important.

On pourrait croire que ce relèvement est dû à la multiplication des petits accidents dans ces trois divisions : il n'en est rien. Les deux groupes de trois divisions distribués d'après le nombre de semaines de chômage montrent au contraire une concordance remarquable avec une pointe accentuée vers trois semaines de chômage, puis une décroissance hyperbolique. D'autre part, la tendance à la gravité suit des courbes strictement parallèles dans le temps pour les six divisions, avec un minimum en janvier 1948.

Par la considération de statistiques partielles, l'auteur établit que :

1) dans toute mine, il y a un facteur qui affecte tous les groupements au point de vue taux des accidents et que l'auteur appelle E;

2) les E de puits voisins dans divers groupes se ressemblent, mais pas tellement que ceux des différentes catégories d'ouvriers d'une même mine;
3) la variation dans le temps des taux d'accident que l'auteur appelle Z peut être très différente dans des gisements différents, sauf toutefois pour les deux années qui ont précédé la nationalisation où elles avaient toutes la même allure;
4) au cours d'une période assez longue dans un puits déterminé (du moins pour certains), on constate que l'accroissement de Z dans une catégorie affecte souvent les autres;
5) indépendamment de ces variations régulières, des variations brusques peuvent faire présager un événement grave : conflit, grève ou même un accident grave;
6) la valeur de Z est une fonction régulière de l'importance du personnel d'une mine et de la densité dans les chantiers.

De déduction en déduction, l'auteur arrive à l'hypothèse que la valeur de Z est en étroite dépendance avec les interrelations, les arrangements de personnel y compris les rapports avec la direction. Le E mystérieux constitue une caractéristique, que l'on peut constater mais pas encore mesurer, du comportement des mineurs en présence des accidents.

Ainsi la statistique appliquée aux accidents (d'autres étudient l'absentéisme etc...), peut amener des découvertes inattendues qui doivent aiguiser l'esprit de recherche universitaire.

IND. **P 132** Fiche n° **10.236**

R. MacADAM. Underwater rescue and recovery work. Types of suitable apparatus. *Travaux de sauvetage sous l'eau et de récupération. Types d'appareils appropriés.* — **Iron and Coal T.R.,** 1954, 30 avril, p. 1024 - **Colliery Engineering,** 1954, mai, p. 207.

De temps à autre, des sauveteurs doivent s'aventurer dans des galeries inondées, l'auteur attire l'attention sur les difficultés rencontrées dans ce genre de travaux, il indique les moyens pour les surmonter et discute le problème à la lumière d'essais réalisés. Il note qu'on ne peut pas utiliser des appareils respiratoires autonomes à oxygène pur au delà de 10 m de profondeur d'eau, sinon il faut le diluer dans l'azote. D'autre part, lors de la plongée, le sang absorbe de l'azote dans une proportion dépendant de la profondeur et de la durée : on peut descendre rapidement et rester sous l'eau sans inconvénient mais, par contre, la remonte doit être lente sinon le sang et les tissus dégagent des bulles d'azote qui peuvent provoquer des troubles graves.

Les appareils respiratoires autonomes se divisent en deux groupes : ceux à circuits ouverts et ceux à circuits fermés. Les appareils à circuit ouvert peuvent fonctionner à l'air comprimé, ils sont de construction simple, le désavantage résulte de la courte durée d'usage et des grandes dimensions requises pour les réservoirs d'air. Le temps d'ascension doit de plus être très grand. Les appareils à circuit fermé sont basés sur le même principe de fonctionnement que les appareils « proto » ordinaires de sauvetage des mines à circuit fermé.

L'auteur décrit les appareils Dunlop permettant 45 minutes de séjour avec une charge à 120 atmosphères et 85 minutes à 200 atmosphères — et les Sas Gorman, appareils du type à injection avec casque et costume. Le mélange azote-oxygène traverse une soupape de décompression et l'air expiré est régénéré par des capsules absorbant l'anhydride carbonique.

Les appareils Davis et Mark II sont mentionnés.

IND. **P 22** Fiche n° **10.237**

R. BELL et T. SAMSON. Minimizing shotfiring hazards : training of shotfirers. *Pour réduire les accidents de minage : entraînement des boutefeux.* — **Iron and Coal T.R.,** 1954, 30 avril, p. 1025/1026.

Pour réduire le nombre des accidents de minage, outre un meilleur entraînement des boutefeux, les points suivants sont à considérer dans le cas du tir en veine :
1) le placement et le chargement des trous de mine doivent être systématisés;
2) en cas de havage, la saignée doit être nettoyée et la sous-cave boutonnée;
3) l'emploi de détonateurs à millisecondes;
4) l'infusion en veine;
5) les méthodes réduisant la proportion du minage et l'emploi des fluides sous pression.

Au sujet de l'entraînement des boutefeux, le National Coal Board a reconnu la nécessité de le développer. Il y a quatre catégories d'entraînement à considérer :
1) celui des boutefeux en activité;
2) celui des débutants;
3) les cours de rappel;
4) les cours de perfectionnement.

Au point de vue matériel didactique, certaines mines ont réservé une galerie souterraine pour les essais, des tubes fendus représentent les trous de mines, pas plus de quatre boutefeux à la fois n'assistent aux essais, l'instructeur est généralement l'ingénieur de la sécurité, un temps suffisant est consacré à l'étude du règlement. Des sujets connexes au minage achèvent de remplir l'horaire.

IND. **P 53** Fiche n° **10.062**

A. COLLET. Le rang des charbons a-t-il une influence sur leurs effets pathologiques? — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1954, mars, p. 267/271.

But de l'étude : examiner expérimentalement avec des charbons français l'influence exacte de la teneur en matières volatiles sur l'incidence des pneumoconioses.

Technique : gaillettes de charbons divers prélevées au fond et broyées finement, la fraction inférieure à 5μ réservée pour les essais. Nocivité biologique déterminée à l'aide du test péritonéal (technique du Pr. Policard), on injecte 100 mg de poussières triées mises en suspension dans l'eau salée isotonique au plasma sanguin. Les animaux sont sacrifiés au bout d'un mois et les lésions examinées à l'œil nu et au microscope.

Conclusions : 1°) La poussière de charbon pur dont les dimensions sont inférieures à 5μ est remarquablement inerte vis-à-vis des tissus. 2) Le rang des charbons n'influence pas leur nocivité propre. 3°) Ce sont les matières minérales qui commandent la nocivité. Il semble que ce soit la teneur en silice libre qui représente le facteur déterminant. 4°) C'est dans les facteurs de répartition de ces matières minérales, géologie ou exploitation, qu'il faut rechercher l'explication des différences cliniques constatées.
Charbon. de France, note tech. 2/54. 1954, fév. 7 p.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. **Q 1120** Fiche n° **10.067**

R.B. Les réalisations du premier plan de modernisation dans l'industrie houillère en France. — **Echo des Mines et de la Métallurgie,** 1954, mars, p. 143/144.

Les actions définies en 1946 consistaient à développer :
1) l'extraction dans les sièges où cela était économique;
2) le rendement des travailleurs du fond et du jour par la modernisation;
3) la valorisation des produits miniers;
4) la production de coke au moyen de méthodes utilisant des charbons jusqu'alors inaptes;
5) la production du gaz.

L'auteur énumère les actions entreprises : réalisations de travaux neufs, construction d'habitations, développement d'industries annexes, travaux normaux de renouvellement à moyen terme.

Les réalisations à fin 1952 sont citées ainsi que les opérations nouvelles.

Résultats obtenus : statistique de la production et des rendements.

Les opérations nouvelles doivent permettre au charbonnages de France d'atteindre en 1956 : un rendement fond supérieur à 1600 kg — rendement total de 1100 kg. Le développement de la capacité de production prévu serait de l'ordre de 3 à 4 millions de tonnes. Voir aussi même revue, p. 50, sujet connexe :

A travers les groupes du bassin Nord-Pas-de-Calais : Groupe d'Hénin-Liétard :
1) Les travaux de regroupement et de modernisation : regroupement de sièges, accroissement de capacité d'extraction — volume de berline porté à 3000 litres dans plusieurs puits.
2) Grâce à la politique de valorisation des bas-produits, les centrales du bassin produisent le 1/4 de l'électricité thermique française.

IND. **Q 1130** Fiche n° **9854III**

E. BROWNE. Recent novel developments and experiments in the mining industry. *Evolution récente et essais dans l'industrie minière.* — **Colliery Guardian,** 1954, 4 mars, p. 253/261, 18 fig.

Abattage et déblocage.

Il y a trois grands procédés d'abattage mécanique du charbon : 1) le havage — 2) le rabotage et 3) le forage. Dans la première catégorie, on trouve la Meco-Moore : 115 machines sont en service produisant 7,75 millions de tonnes par an. Le progrès le plus récent concernant cette machine est relatif à la réalisation de la double havée journalière (fiche 8595 — C 41); actuellement quatre chantiers sont organisés de cette manière.

Le Gloster Getter de la même catégorie est arrivé depuis l'année dernière à un haut degré d'efficacité : on a atteint un rendement chantier de 8 tonnes. Cette machine est utilisable dans des couches plus minces que ne le demande la Meco-Moore. On tend vers l'emploi de tailles doubles plus longues avec un Gloster-Getter de chaque côté. A citer aussi : la rouilleuse multi-disques Anderson — la haveuse multiple Mavor & Coulson. L'abatteuse continue Joy (six en service et d'autres en commande pour des chantiers étroits).

Les rabots : on peut citer le rabot Löbbe (douze en service et d'autres en commande) qui donne en moyenne 4,75 tonnes de rendement chantier avec un maximum de 6,5 t. Le rabot scraper Haarman dans les petites couches du Nord de l'Angleterre. Le rabot multiple Gusto se rapproche du rabot Löbbe : cinq sont en commande. Le Huwood, un peu plus lent, est toujours dans la période d'essai.

Les foreuses : résultats encourageants avec le trépan Anderson Boyes (essais aux mines Coppice et Mansfield). Des machines Joy Sullivan et Cardox sont aussi à l'essai (contrat avec Robey & C° pour des essais en Angleterre).

Les convoyeurs : Le Cuylen à simple chaîne construit en Allemagne a un convoyeur à l'essai en Angleterre. Pour les bandes métalliques : Hauhinco, Demag, Eickhoff, Prünte et suédois (Sandwick) sont à l'essai. Huit convoyeurs à câbles de la Cable Belts Ltd sont en service (quatre autres à l'étude). Un convoyeur Horstermann est aussi à l'essai et deux à l'étude. Enfin le convoyeur à bande amovible sur chaîne de la Mining Engineering C° Ltd est aussi à signaler : les essais sont déjà avancés.

Le remblayage pneumatique : à basse pression convient spécialement pour les mines électrifiées. Six machines d'un type amélioré sont en commande. Trois remblayeuses à partir de la surface sont en service. Le remblayage par scraper compte actuellement 130 installations.

Le soutènement : essais de soutènement marchant par deux (à Morrison Busty) et quatre éléments (le système Gullick). Etançons et piles Dowty renforcés.

IND. **Q 1160** Fiche n° **10.018**

X. Coal mine modernization - 1953. *Modernisation de la mine de charbon - 1953.* — 436 p., nombreuses illustrations. Public : **The American Mining Congress, Washington 6 DC, U.S.A.**

Compte rendu du Congrès annuel de l'Association. Communications et discussions.

Boulonnage du toit. Causes d'échecs subis, photographies curieuses, nouveaux matériels pour boulonnage du toit (jumbos spéciaux).

Exploitation, reprise de piliers, soufflages, coups de charge. *Appareils de chargement classiques*, mécanisation dans les couches minces. *Abattage continu*. Situation actuelle et vues d'avenir, convoyeur mobile continu, abattage par fraiseuses avec commande à distance. *Transports* au fond, charbon et personnel, mines à transports entièrement par courroies, transport du personnel sur courroies.

Energie, circuits électriques à polarité inversée. *Sécurité*, captage du grisou, poussières de charbon. *Préparation du charbon*, description de différents lavoirs, nouveau type de lavoir à milieu dense. Exploitation en découverte. Forage des trous de mine dans les morts-terrains (forage horizontal par tarières, forage vertical). Transports camions de très grandes capacités, tendances. Matériels pour mouvements des terres, scrapers automobiles, prix de revient de transports. Pelles mécaniques, nouveautés de construction, capacités en augmentation (godets de 34 m³). Draglines récentes. *Direction*. Questions ouvrières, conventions de salaires, revendications ouvrières, bureaux de canalisation. *Lutte contre la pollution des eaux*.

IND. Q 2 et Q 33 Fiche n° **10.154**

A. VAES. L'industrie minière du Congo belge et du Ruanda-Urundi en 1952. — **Annales des Mines de Belgique,** 1954, mars, p. 248/269, 4 fig.

Rapport établi suivant les règles adoptées pour les années précédentes.

Il reprend l'énumération des exploitations minières et leur répartition dans les différentes provinces et donne les quantités extraites des divers produits au cours de l'année 1952. Un tableau permet de comparer ces productions avec celles de l'année précédente. Les diagrammes reprennent ces comparaisons pour les années antérieures. Les raisons des variations de production sont partiellement exposées. Il est à noter que la production est généralement en augmentation(notamment en ce qui concerne le cuivre, la cassitérite, le cobalt, le zinc, les diamants, le minerai de manganèse, le charbon, le minerai de tungstène et la bastnaesite).

Le rapport donne ensuite les cours des divers produits durant l'année 1952 et y joint un diagramme. La valeur de la production minière du Congo belge en 1952 est en augmentation de plus de 2 milliards de francs sur la production minière de 1951; au Ruanda-Urundi, elle est en augmentation de plus de 15 millions de francs. La valeur totale estimée de la production de 1952 est également renseignée. Le cuivre intervient pour près de 52 % dans cette valeur.

La consommation des explosifs de la classe des dynamites a augmenté de près de 35 %; la moitié de cette consommation est couverte par la production locale.

Le rapport comporte des considérations et des tableaux relatifs à la main-d'œuvre, à sa répartition et à sa productivité. Les lecteurs sont priés de consulter, dans la livraison de mars 1953, les deux cartes donnant la répartition des produits extraits et de la main-d'œuvre indigène.

IND. Q 5 et Q 30 Fiche n° **10.150**

L. PAUWEN. Le canal Meuse-Bassin de Briey. — **Annales des Mines de Belgique,** 1954, mars, p. 161/176, 6 fig., 2 pl.

Après avoir montré que le bassin de Briey peut, du point de vue géographique et économique, se subdiviser en deux parties bien distinctes, l'une, à l'est, nettement orientée vers la Moselle, le Rhin et la Sarre, l'autre au nord-ouest tournée vers la Meuse, l'auteur brosse le tableau des échanges qui se font entre cette seconde partie du bassin et le Nord français, la Belgique, la Hollande et la Ruhr.

Ces échanges se font suivant deux courants parallèles : l'un sud-nord, constitué par l'envoi de minerai de fer de Briey vers les usines belges et du Nord français et l'expédition des produits finis des usines du Bassin de Briey en direction des ports maritimes; l'autre nord-sud, acheminant vers ces mêmes usines le charbon et le coke en provenance du Nord de la France, de la Belgique, de la Hollande ou de la Ruhr. Ces échanges, dans chaque sens, sont annuellement de l'ordre de 10 millions de tonnes; ils sont donc équilibrés et se présentent sous une forme tout à fait favorable pour le transport par bateaux.

L'auteur montre qu'une liaison par eau entre la Meuse et le bassin de Briey doit, de toute nécessité, passer dans le voisinage immédiat des usines métallurgiques et aussi escalader le plateau de Briey. Dans ce but, il imagine quatre tracés qui résolvent le problème. Après avoir comparé ces quatre tracés au point de vue du coût de l'installation et de la commodité d'exploitation, il en retient un qui se montre nettement supérieur aux autres.

Ce tracé part de la Meuse à Rémilly, légèrement au sud de Sedan, suit la vallée de la Chiers jusqu'à son confluent avec le Ton, remonte la vallée du Ton puis de la Vire et rentre dans la vallée de la Chiers à Athus pour recouper la vallée de l'Alzette après être passé à Bascharage. Enfin, le canal passe par Rumelange et Ottange et atteint le bassin de Briey. Après être passé à Audun-le-Roman et Landres, il se termine à Piennes.

R. RECHERCHES - DOCUMENTATION

IND. R 11 Fiche n° **10.093**

C. ELLIS. Research in the coal industry : work of the scientific department of the N.C.B. *La recherche dans l'industrie charbonnière : tâche de la section scientifique du N.C.B.* — **Iron and Coal T.R.,** 1954, 2 avril, p. 789/791.

Outre les mines scientifiques des neuf divisions du N.C.B. qui s'occupent du contrôle des travaux courants, il y a pour l'étude des problèmes à long terme deux établissements centraux de recherche : un groupe de recherches aux chantiers et un organisme d'étude du charbon. Une description de leur activité est donnée.

Les combustibles artificiels : la mécanisation produit de plus en plus de fines, celles à haute

teneur en matières volatiles non cokéfiables pose le problème de leur traitement en vue de leur utilisation : lavage, prétraitement éventuel, briquettage, combustion et pour ce dernier point la question du collage et du gonflement; recherche d'un agglomérant plus économique, d'une température de traitement appropriée avec économie de temps : en cours d'étude.

Problèmes d'exploitation : Le Central Research Establishment II à Isleworth a été créé au cours de 1952 pour l'étude de ces problèmes (anciennement confiés au C.R.E. de Cheltenham). Objet principal : amélioration des méthodes d'abattage et création de nouvelles dans les directives suivantes : a) étude du charbon en vue de son abattage — b) étude en laboratoire du mécanisme de l'abattage : forage des roches, rabotage du charbon etc... — c) application des résultats de a) et b) à de nouveaux engins (rabot percutant, soutènement marchant) — d) études des éléments sidérurgiques : taillants en aciers spéciaux, le danger des étincelles — e) le contrôle du toit et au préalable l'étude du matériel nécessaire. Les objectifs subsidiaires visent à l'amélioration des conditions de travail et du transport, spécialement les convoyeurs.

L'organisme d'étude du charbon applique les nouvelles techniques aux levés géologiques, les sondages sont sous leur contrôle et un système de classification internationale des charbons est à l'étude. Le groupe de recherches aux chantiers dispose d'équipes pour trois types de problèmes : 1) économiques : comparaison de la loco Diesel et du traînage — 2) l'étude des temps et la normalisation du travail — 3) les recherches techniques (nouvelles courroies de convoyeurs).

Bibliographie

Analyse des métaux - Publié par le Comité des Chimistes de l'Association des Ingénieurs métallurgistes et des mines allemands - IIe volume : Analyses industrielles - En deux parties, comportant chacune 174 figures - Ire partie : XI, 716 pages. IIe partie : IV, 706 pages - In 8° - 1953 - Prix : DM 114. Reliure pleine toile en deux volumes. (Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg).

Analyse der Metalle - Zweiter Band : Betriebsanalysen.

Ce deuxième volume est un assemblage des procédés analytiques actuellement utilisés dans les laboratoires de l'industrie métallurgique allemande. Il comprend donc aussi bien les méthodes en usage dans les laboratoires équipés d'après les plus récents progrès que celles mises en œuvre par des organismes de recherche ne disposant que d'un outillage plus modeste. A côté de quantités de procédés anciens éprouvés, beaucoup de nouveaux sont décrits, dans la mesure où ils se révèlent intéressants pour l'industrie métallurgique.

De même que pour les « Ausgewählten Methoden », éditées il y a longtemps déjà par le « Chemikerausschuss », la première partie, « Schiedsverfahren », repose sur les procédés analytiques pratiqués dans les mines, les laboratoires commerciaux et les institutions scientifiques. Comme les méthodes mises en œuvre par ces organismes se proposaient essentiellement de déterminer la valeur des matières métallifères — en vue de l'achat et de la vente — leur souci primordial fut la recherche de la *précision*, le facteur *temps* ne jouant qu'un rôle secondaire. Il n'en est pas de même dans le présent ouvrage. Il s'agit ici, dans la plupart des cas, d'obtenir *rapidement* un résultat renseignant l'industriel sur le caractère judicieux de ses méthodes de production et sur la composition des produits obtenus. A cet effet, dans la description des procédés analytiques principaux, un schéma a été suivi qui comporte : le principe fondamental, les cas d'emploi et le rendement, la précision, la durée, l'exécution, les causes d'erreurs et des références bibliographiques.

En particulier, pour la *précision* sur laquelle on peut tabler, trois degrés sont envisagés :

1) le procédé décrit, ou bien est une méthode analytique, couramment utilisée permettant l'isolement parfait du corps recherché, ou bien présente une précision équivalente à celle d'une telle méthode;
2) donne pour les besoins industriels une précision suffisante;
3) ne fournit que des approximations, permettant des estimations.

La *durée* est fixée d'après les résultats obtenus au cours des épreuves de laboratoire.

Quant à l'indication des *sources d'erreurs*, elle est de première importance car elle permettra sinon de les éliminer complètement, au moins d'en tenir un compte rigoureux dans l'appréciation des résultats obtenus.

Enfin, en vue de ne pas surcharger l'ouvrage, les renvois à la littérature technique ne sont donnés que dans les cas où la consultation des travaux originaux présente un intérêt indiscutable.

La plus grande partie de l'ouvrage est consacrée aux méthodes analytiques destinées à l'isolement des corps simples; ceux-ci sont présentés dans l'ordre alphabétique afin de faciliter la consultation de l'ouvrage. Pour chaque élément, on définit d'abord la façon dont il se présente dans la nature, avec accompagnement d'une série de réactions caractéristiques. Suit — autant que possible dans l'ordre logique des opérations aboutissant à l'isolement du corps simple — l'analyse de ses minerais, des principaux corps secondaires obtenus en cours d'opération, des éventuels produits intermédiaires, secondaires et terminaux, et, enfin, du métal brut, éventuellement pur. Il s'y ajoute l'examen des alliages, oxydes et sels. Pour éviter des lacunes, il a été procédé à d'amples emprunts à la première partie de l'ouvrage, dont les méthodes aussi dérivent des procédés industriels. Ces méthodes sont, tantôt reproduites intégralement, tantôt légèrement modifiées ou précisées.

Aux chapitres consacrés à l'étude des corps simples, font suite une série d'autres consacrés à l'analyse des matières qui sont en rapport avec la métallurgie : matériaux réfractaires, combustibles, eaux, eaux résiduelles, gaz industriels, etc. Ici ont été pris en considération essentiellement des procédés qui, ou bien sont d'application dans l'une ou l'autre industrie particulière, ou sont l'objet de normes.

Cet ensemble se complète par des chapitres concernant des procédés physico-chimiques, qui ne furent pas du tout ou qui furent très sommairement traités dans la première partie, par exemple : l'analyse spectrochimique, la potentiométrie, la po-

larographie, ainsi que la photométrie à laquelle on a de plus en plus recours. Tandis que la section « Analyse spectrochimique » inclut l'ensemble de ses règles particulières pratiques dans les autres sections énumérées ci-avant, il n'est traité sommairement que des principes théoriques; par contre, le lecteur retrouvera leurs méthodes détaillées d'application à l'occasion de leur utilisation dans les chapitres consacrés aux divers corps simples. En conclusion, viennent des chapitres sur les solutions et indicateurs indispensables aux analyses des métaux, ainsi que sur des métaux et alliages métalliques soumis à des normes.

Cet ouvrage est le fruit de la collaboration d'un nombre considérable de spécialistes : ingénieurs, professeurs, industriels, chimistes, etc. qui, par leur activité, se sont acquis une autorité de premier plan. Il constitue un recueil complet et très clair des méthodes et procédés les plus modernes, une documentation des plus précieuses pour tous ceux qui s'intéressent soit directement soit indirectement à la métallurgie.

A. V.

Analyse des matières minérales par Albert et Charles Meurice - 984 pages, 116 figures, reliure pleine toile, format in 8° Raisin - Ed. Thone, Liège 1954 - 4e édition. Prix : 975 fr.

Cette quatrième édition de l'excellent ouvrage de MM. Albert et Charles Meurice comprend les grandes divisions ci-après : Echantillonnages — Combustibles minéraux solides — Analyse des eaux industrielles — Calcaire, dolomie, chaux, plâtre, ciment, mortier, béton, argiles — Minerais de fer et minerais connexes — Fer, fonte, acier — L'aluminium et ses alliages — Cuivre et mercure — Zinc et cadmium — Plomb, étain, antimoine, bismuth, arsenic — Nickel et cobalt — Métaux précieux — Alliages des métaux non ferreux — Soufre natif et graphite — Terres rares et éléments rares : tantale, niobium, zirconium, uranium.

Rédigé par des spécialistes de l'analyse chimique industrielle, le traité d'Albert et Charles Meurice présente le grand avantage d'offrir dans chaque cas des techniques classiques éprouvées par une longue expérience. Néanmoins l'ouvrage, entièrement remanié, fait une large part aux procédés modernes et les techniques de photocolorimétrie ont été fortement développées. De même, une étude approfondie des méthodes standardisées a été faite. L'ouvrage donne en annexe un exposé des principes de photométrie, l'étude des liqueurs titrées, des données numériques et une importante bibliographie.

L'important chapitre consacré aux « Combustibles minéraux solides » mérite de retenir spécialement l'attention des lecteurs des Annales des Mines. Cette partie a été fortement développée, notamment en ce qui concerne les méthodes d'examen des propriétés cokéfiantes des houilles.

L.C.

O. Proempeler, H. Holrecker, G. Epping - Aide-mémoire de poche pour le personnel des mines - 1954 - Karl Marklein-Verlag GmbH. Düsseldorf, 395 p. nombreuses figures. Relié toile, format 11 × 15.

Taschenkalender für Grubenbeamte 1954.

Ce petit agenda est déjà le cinquième de la série commencée en 1950. Il est rédigé dans la forme qui s'est montrée avantageuse dès le début. Le contenu est cependant nouveau ou fortement remanié. Les nouvelles réglementations minières de l'automne 1953 et la norme revisée VDE 0118 y sont notamment incorporées. C'est à cela qu'est dû le léger retard dans la publication.

Les sections suivantes ont aussi été mises à jour : chimie organique, produits synthétiques, foudroyage en taille, généralités sur le soutènement en tailles et galeries, transport par locomotives, éclairage au fond, installations à courant continu, lutte contre les incendies (spécialement le matériel d'extinction) service de sauvetage, prévention des accidents, statistique des accidents, normes minières, nouveaux arrêtés, nouvelle réglementation sur les prix et barèmes des charbons et lignites, organismes miniers.

Pour des raisons de prix de revient, le vœu de suppression des renvois aux numéros précédents pour certaines matières n'a pas pu être pris en considération, la possession et la consultation de ces numéros sont donc recommandables.

Comme référence, il est à signaler que l'Association Charbonnière Westphalienne recommande l'emploi de cet aide-mémoire dans l'enseignement des écoles qu'elle patronne.

Professeur H. Huttenlocher. La science des gisements de minerais et de minéraux. 2 volumes brochés 10,5 × 15,5 cm. 128 p. 36 fig. et 156 p. 48 fig., respectivement 2,40 et 4,80 DM. - Walter de Gruyter & Co, Genhiner Strasse, 13, Berlin - 1954. (Bibliothèque : Göschen Band n° 1014 et 1015).

Mineral und Erzlagerstättenkunde n° I et II.

Ce petit aide-mémoire qui ne peut évidemment traiter les sujets abordés dans toute leur ampleur donne cependant un bon aperçu des conceptions les plus modernes sur la formation et l'évolution des roches, des diagrammes et des figures soignées éclaircissent la matière.

Dans l'introduction, l'auteur, Professeur à l'Université de Berne, signale que de nos jours une étude des gisements de roches et de minéraux ne peut plus se passer du concours d'un ensemble assez fourni de sciences modernes ou évoluées : géologie, pétrographie-minéralogie, chimie-physique, cristallochimie, géophysique. Nous donnons ci-après un cours résumé des sujets abordés.

Le tome I concerne la théorie :

1) Aperçu de géochimie et de cristallo-chimie : la sphère terrestre dans ses espaces concentriques et ses espaces géochimiques et géophysiques. Les bases de la cristallo-chimie.

2) Bases physico-chimiques de la formation des minéraux : leçons sur les équilibres et les phases : application.
3) Le cycle interne de la matière : les processus magmatiques et métamorphiques.
4) Le cycle externe : l'érosion — le transport et le dépôt des éléments.
5) Formes extérieures et texture interne des gisements.
6) Epoques et provinces métallogénétiques.

Le tome II est une application des théories exposées dans le premier, il passe en revue les gisements du monde entier :

1) Les gisements de minerais : a) teneurs et limites d'emploi des divers minerais — b) fer et minerais associés — c) métaux nobles — d) métaux polychromes — e) métaux légers — f) divers.
2) Les gisements non métalliques (minéraux industriels, roches, sels).
3) Annexe : roches utiles, pierres précieuses, combustibles, économie des minerais.