

Ministère des Affaires économiques
et des Classes moyennes

ANNALES
DES MINES
DE BELGIQUE

ANNEE 1953.
Tome LII. — 4^e livraison.

Ministerie van Economische Zaken
en Middenstand

ANNALEN
DER MIJNEN
VAN BELGIE

JAAR 1953.
Boekdeel LII. — 4^e aflevering.

INSTITUT NATIONAL DE
L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

NATIONAAL INSTITUUT VOOR
DE STEENKOLENNIJVERHEID

Sommaire — Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes	492
INSTITUT NATIONAL DES MINES	
J. FRIPIAT. — Rapport sur les travaux de 1952 de l'Institut National des Mines	497
INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE	
INICHAR. — La V ^e Foire Internationale de Liège 1953 — Compte rendu	536
INICHAR. — Combustion des terrils	549
MEMOIRE	
M. BIQUET. — Le fonçage des puits de mines à plus de 1000 mètres de profondeur à travers les sables bouillants	558
NOTES DIVERSES	
A. HOUBERECHTS, E. DEMELENNE et J. STASSEN. — La lutte contre les poussières — Réunion d'Experts tenue à Genève du 1 ^{er} au 17 décembre 1952 (suite)	575
Journée d'Études des Centrales de Sauvetage de Belgique (Liège, 4 mai 1953) — Compte rendu	596
A. HOUBERECHTS, — Ce que les charbonnages belges ont fait pour améliorer le climat souterrain	596
F. LAVENNE. — Les répercussions sur l'homme du travail aux hautes températures	601
M. STASSEN. — Programme des études et travaux pour la formation des équipes de sauveteurs appelés à intervenir en milieux chauds	605
F. HOLLMANN. — Le travail des équipes de sauvetage dans les milieux à température excessive. — Traduction par L. DENOEL	608
L. DENOEL. — Sécurité dans les mines et soutènement. — D'après « Grubensicherheit und Grubenausbau — Leoben 1952 »	619
MATERIEL MINIER. (Notes rassemblées par INICHAR) : Convoyeur à bande curviligne. — Convoyeur à bande posé sur rails. — Stop-Chute. — Commande automatique des pompes d'épuisement (L. Walter). — Appareils hydrauliques pour la reconformation des caisses de berlines. — Affûtage et finissage semi-automatiques des taillants de fleurets des couronnes de forage et des pics de haveuses (H. Schwager)	632
BIBLIOGRAPHIE	
INICHAR. — Revue de la littérature technique	632
Divers	651
COMMUNIQUES	
	652

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 R. LOUIS • 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 MINIERES	Production nette (Tonnes)	Consommation propre et distribution de charbon gratuit au personnel (tonnes)	Stock (tonnes)	Journées d'extraction	PERSONNEL															Grain capé et valorisé (3)
					Nombre moyen d'ouvriers				Indices (1)				Rendement Kg		Présences %		Mouvement de la main-d'œuvre (2)			
					à veine	Taille	Fond	Fond et surface	Veine	Taille	Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface	Belge	Etrangère	Totale	
Borinage	420.070	33.348	531.935	24,6	3.247	7.466	17.315	23.687	0,19	0,44	1,03	1,43	966	699	80	82,7	-32	-57	-89	799.217
Centre	327.057	33.690	359.264	24,9	2.077	5.268	12.368	17.244	0,16	0,40	0,95	1,34	1.050	744	83,6	85,6	-39	+92	+53	2.147.987
Charleroi	624.173	47.702	651.693	24,9	5.091	10.368	23.863	33.800	0,20	0,41	0,97	1,39	1.031	720	83,2	85,9	-129	+77	-52	1.956.977
Liège	429.167	28.111	162.857	21,3	3.106	8.459	19.437	26.362	0,18	0,48	1,12	1,54	889	649	79,8	82,2	-50	+79	+29	—
Campine	819.926	64.005	699.017	25,0	5.094	10.597	24.696	33.997	0,16	0,32	0,76	1,06	1.316	947	81,6	84,6	-81	-14	-95	—
Le Royaume	2.620.393	206.856	2.403.866	24,8	18.606	42.102	97.549	134.924	0,18	0,40	0,94	1,31	1.066	768	81,6	84,3	-331	+177	-154	4.904.181
1953 Mars	2.686.067	229.809	2.070.953	25,7	18.272	41.417	96.163	132.883	0,17	0,40	0,94	1,31	1.066	763	79,2	82	-253	-1104	-1357	4.967.601
Février	2.435.203	222.516	1.859.154	23,4	18.026	41.227	95.805	132.594	0,17	0,40	0,94	1,31	1.067	763	77,9	80,7	-147	+654	+507	4.365.897
Janvier	2.639.425	243.315	1.766.660	25,1	18.438	42.065	97.899	134.927	0,18	0,40	0,95	1,32	1.055	757	79,4	81,9	+621	-754	-133	4.339.176
1952 Avril	2.558.233	215.092	711.767	24,6	18.803	42.652	99.032	137.280	0,18	0,41	0,97	1,36	1.031	738	80,7	83,6	-349	-1545	-1894	3.468.317
Moy. mens. (5)	2.532.034	217.440	1.673.237(4)	24,3	18.467	41.545	97.552	135.096	0,18	0,40	0,96	1,34	1.046	746	78,7	81,3	-97	-7	-104	3.702.887
1951 Moy. mens. (6)	2.470.933	226.693	211.280(4)	24,4	18.272	39.920	94.926	133.893	0,18	0,39	0,95	1,36	1.054	738	79,6	82,3	-503	+1235	+732	2.334.178
1950 »	2.275.365	226.592	1.037.994(4)	23,8	17.972	—	92.154	133.320	0,19	—	0,99	1,44	1.013	694	78	81	-418	-514	-932	—
1949 »	2.321.167	232.463	1.804.770(4)	24,0	19.890	—	103.290	146.622	0,20	—	1,08	1,55	926	645	—	81,63	—	—	—	—
1948 »	2.224.261	229.367	840.340(4)	24,4	19.519	—	102.081	145.366	0,21	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 »	2.455.404	205.141	2.227.260(4)	24,2	18.739	—	91.945	131.241	0,18	—	0,92	1,33	1.085	752	—	—	—	—	—	—
1913 »	1.903.466	187.143	955.890(4)	24,1	24.844	—	105.921	146.084	0,31	—	1,37	1,56	731	538	—	—	—	—	—	—
Sem. du 8 au 14-6-1953	616.646	—	2.751.621	6	19.988	—	95.410	131.910	0,19	—	0,94	1,31	1.064	764	81	83,7	—	—	—	—

(1) Nombre de journées d'extraction divisé par la production correspondante, soit l'inverse du rendement exprimé en t. (2) Différence entre les nombres d'ouvriers inscrits au début et à la fin du mois. (3) En m³ de gaz à 8.500 cal., 0°C et 760 mm de mercure. (4) Stock fin décembre. (5) Chiffres provisoires. (6) Chiffres définitifs.

BASSINS MINIERES	Secteur domestique	Administrations publiques	Cokeries	Usines à gaz	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
Borinage	62.250	161	109.886	60	6.054	33.000	3.853	491	10	8.931	15.139	4.951	1.951	7.877	32.707	—	7.899	13.196	308.416
Centre	46.720	985	68.196	260	8.714	22.045	6.172	3.071	—	12.681	12.584	3.707	2.593	3.877	19.546	1.565	7.533	22.215	242.464
Charleroi	149.092	4.489	41.185	120	5.071	62.383	3.594	3.731	3.050	13.088	5.385	2.711	5.985	16.276	11.497	13.409	14.720	51.804	377.590
Liège	131.641	2.882	18.701	1.030	5.777	71.228	6.480	1.050	19.147	1.451	6.062	2.918	2.675	12.608	3.708	305	13.902	41.757	365.342
Campine	82.730	195	388.793	—	1.245	7.340	5.324	6.862	15.552	2.112	43.343	471	4.780	19.908	9.979	80	9.482	135.608	733.804
Le Royaume	472.433	8.712	626.761	1.470	76.861	195.996	25.423	15.205	37.759	38.263	62.533	14.758	17.984	60.546	77.437	15.359	53.536	264.580	2.085.616
1953 Mars	532.336	19.177	734.566	—	—	246.175	23.558	13.631	32.343	33.674	117.691	20.466	14.751	57.171	79.366	21.377	60.509	243.476	2.250.467
Février	503.067	19.260	684.423	—	—	265.936	29.359	13.985	33.313	36.504	121.020	20.069	13.751	45.370	47.091	21.318	62.672	211.723	2.126.861
Janvier	584.018	20.650	762.630	—	—	301.807	31.298	15.665	35.490	36.952	127.858	23.882	15.611	53.275	30.844	22.454	67.699	186.058	2.316.191
1952 Avril	370.957	12.429	685.899	—	—	278.802	39.371	15.771	33.560	37.746	118.955	12.017	21.482	64.947	77.450	12.861	57.817	237.700	2.077.764
1952 Moy. mens.	480.657	14.162	708.921	—	—	275.218	34.285	16.683	30.235	37.364	123.998	17.838	26.645	81.997	63.591	15.475	60.800	209.600	2.196.669
1951 »	573.550	12.613	665.427	—	—	322.894	42.288	20.098	35.737	49.347	125.216	28.243	33.075	87.057	77.036	21.376	80.279	144.475	2.318.711

GENRE	Fours en activité		Charbon d'enfournement (t)			Huiles combustibles	COKE (t)															Ouvriers occupés
	Batteries	Fours	Belge	Etranger	Total		Production			Consommation propre	Distribution gratuite au personnel	Débit										
PERIODE						Gros coke plus de 80 mm	Autres	Total					Secteur domestique	Administrations publiques	Sidérurgie	Centrales électriques	Usines à gaz	Chemins de fer	Autres secteurs	Exportations	Total	Stock en fin de mois
Métallurgiques	23	900	102.038	20.920	422.958	—	273.212	56.265	329.477	1.521	1.746	2.468	72	280.815	—	—	8.727	23.520	317.348	40.754	4.409	
Autres	19	563	233.263	8.600	241.863	509	122.551	58.619	181.170	11.534	623	4.366	1.419	77.755	461	363	521	32.840	21.508	139.856	101.178	2.398
Le Royaume	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
1953 Mars	42	1.475	649.427	52.457	701.884	51	414.572	121.752	536.324	13.858	3.050	10.437	4.935	370.794	1.441	100	748	47.170	71.754	510.438	101.544	4.789
Février	42	1.473	596.451	43.725	640.176	22	371.188	121.371	492.559	12.001	4.171	16.102	3.698	337.947	2.463	1.125	955	51.091	64.138	481.690	89.516	4.817
Janvier	42	1.479	678.162	49.072	727.234	64	429.320	133.281	562.601	15.270	4.382	20.353	4.533	383.195	1.756	323	2.072	55.652	85.242	557.508	90.648	4.814
1952 Avril	42	1.484	572.193	118.208	690.401	128	381.140	147.015	528.155	13.256	2.419	9.280	4.172	372.260	735	4	518	47.138	95.152	531.678	53.492	4.843
Moy. mens.	42	1.480	597.263	98.012	695.275	269	390.592	144.336	534.928	12.943	3.215	12.260	4.127	368.336	1.039	279	1.358	48.331	80.250	519.195	100.825	4.848
1951 »	40(2)	1.442	459.724	201.122	660.846	14.297(2)	398.624	109.409	508.033	18.998	3.498	16.295	2.968	361.833	1.299	361	1.904	55.968	40.684	487.750	67.270	4.147
1950 »	42(3)	1.497(3)	481.685	26.862	508.547	14.879(2)	297.005	86.167	383.172	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.169
1949 »	44(3)	1.532(3)	487.737	66.436	554.193	992	315.740	103.825	419.565	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.635
1948 »	47(3)	1.510(3)	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 »	56(3)	1.669(3)	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.243	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 »	—	2.898(3)	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

(1) Stock fin décembre. (2) En hl. (3) Pendant tout ou partie de l'année.

GENRE	GAZ (en 1.000 m3) (1)					SOUS-PRODUITS (t)					Production (t)			Matières premières (t)					Ouvriers occupés	
	Production	Consommation propre	Synthèse	Sidérurgie	Autres industries	Brai	Goudron brut	Ammoniaque (en sulfate)	Benzol	Huiles légères	Boulets	Briques	Totale	Consommation propre + distribution gratuite au personnel	Charbon	Brai	Rapport Brai Production en %	Ventes et cessions		Stock (fin du mois)
Métallurgiques	142.986	89.042	17.663	46.652	3.664	32.444	1.726	10.166	3.854	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Autres	87.969	41.910	48.540	—	1.962	25.950	1.540	6.776	2.224	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Le Royaume	230.955	130.952	66.203	46.652	5.626	58.394	3.266	16.942	6.078	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1953 Mars	244.956	137.163	64.112	49.718	6															

PRODUCTION	Unités	MARS 1953				PRODUCTION	Unités	MARS 1952				
		Mars 1953 (a)	Février 1953 (b)	Mars 1952	Moyenne mensuelle 1952			Mars 1953 (a)	Février 1953 (b)	Mars 1952	Moyenne mensuelle 1952	
PORPHYRE :												
Moellons	t	20.380	7.516	444	653	PRODUITS DE DRA-						
Concassés	t	229.736	144.975	267.217	254.178	GAGE : Cravier	t	97.601	53.495	90.612	72.918	
Pavés et mosaïques.	t	4.581	4.436	6.962	6.167	Sable	t	13.148	8.283	18.205	17.942	
PETIT-GRANIT :						CALCAIRES :	t	171.805	83.320	163.997	145.227	
Extrait	m ³	14.623	11.524	14.742	15.436	CHAUX :	t	140.531	120.057	150.327	136.286	
Scié	m ³	6.212	5.373	6.953	5.277	PHOSPHATES	t	2.470	1.646	10.059	4.915	
Façonné	m ³	1.440	1.119	1.673	1.499	CARBONATES NATUR.	t	17.644	16.737	19.515	19.534	
Sous-produits	m ³	19.900	14.251	11.381	13.552	(Craie, marne, tuf- feau)	t	3.181	2.623	3.210	4.627	
MARBRES :						CARBON. DE CHAUX	t	1.794	349	1.144	1.075	
Blocs équarris	m ³	475	237	512	504	PRECIPITES	t	10.734	8.633	16.199	14.869	
Tranches ramenées à 20 mm	m ²	32.684	32.676	42.761	40.544	CHAUX HYDRAULI- QUE ARTIFICIELLE	t	18.589	17.399	19.853	17.857	
Moellons et concas- sés	t	2.672	629	4.357	4.239	DOLOMIE : Crue	t	2.662	2.586	2.448	2.245	
Bimbeloterie	Kg	29.457	35.900	34.904	39.255	Frittée	m ²	106.497	92.561	101.801	92.679	
GRES :												
Moellons bruts	t	17.071	3.184	17.000	18.167	SILEX : Broyé	t	3.165	2.963	1.287	855	
Concassés	t	86.988	31.126	99.245	105.948	Pavés	t	756	904	1.501	344	
Pavés et mosaïques.	t	5.304	2.674	2.573	2.362	FELDSPATH & GALETS	t	1.067	534	277	191	
Divers taillés	t	3.725	1.652	3.800	4.190	QUARTZ et QUARTZIT	t	40.047	37.026	34.977	12.255	
SABLE :						ARGILES :	t	91.450	96.544	81.053	29.630	
pour métallurgie	t	47.159	36.165	49.296	48.716							
pour verrerie	t	50.473	54.031	44.762	42.944							
pour construction	t	108.234	61.755	109.970	105.449							
Divers	t	38.369	25.482	36.446	26.996							
ARDOISE :												
pour toitures	t	981	840	1.010	925							
Schiste ardoisier	t	125	65	100	78							
Coticule (pierres à aiguiser)	Kg	5.080	3.200	6.640	5.565	Ouvriers occupés		15.240	14.800	16.969	16.669	

(a) Chiffres provisoires. (b) Chiffres rectifiés.

HOUILLE

PAYS ETRANGERS

DERIVES

PAYS	Production t		Nombre d'ouvriers inscrits		Rendement par journée d'ouvrier (kg)			Nombre de journées d'extraction	Absentéisme en %	COKES t	AGGLOMERES t
	Nette	Marchande	Fond	Fond et Surface	A front	Fond (2)	Fond et Surface				
France (1)											
Nord-Pas de Calais	2.387.122	—	94.708	135.207	—	1.263	828	24.36	Fond : Surt.	309.599	228.341
Lorraine	983.600	—	23.836	35.436	—	2.085	1.337	23	20,09 11,49	31.846	6.054
Blanzv	228.148	—	6.586	9.799	—	1.635	1.063	24,83	22,10 17,14	—	21.145
Loire	301.061	—	1.998	15.916	—	1.410	921	22,86	16,74 9,66	—	11.644
Auvergne	96.152	—	3.999	5.512	—	1.225	845	23,56	24,81 15,57	28.730	12.554
Cévennes	247.097	—	10.729	15.985	—	1.194	769	23	21,84 13,12	—	83.009
Aquitaine	183.450	—	6.124	9.188	—	1.299	866	25	23,98 18,31	—	6.287
Dauphiné	49.619	—	1.850	2.758	—	1.237	822	25	17,94 9,98	23.854	4.474
Provence (L.)	91.743	—	2.702	4.128	—	1.923	1.218	20,1	14,30 13,16	—	—
Hostens (L.)	28.576	—	—	152	—	—	7.933	13	31,71 25,88	—	—
Autres mines (H et L)	50.410	—	2.288	3.144	—	—	—	—	—	—	921
Total France (H et L)	4.646.978	—	163.820	237.225	—	1.411	922	23,92	20,92 13,34	742 376(7)	485.677(7)
Sarre	1.296.061	—	38.193	58.243	—	1.637	1.047	23,68	15,43 11,09	311.932	—
Total France et Sarre	5.943.039	—	202.013	295.468	—	1.455	947	23,87	—	1.054 308	485.677
France (3)											
Nord-Pas de Calais	460.687	—	93.402	133.572	—	1.266	823	4,86	35,06	—	—
Lorraine	250.521	—	23.572	35.047	—	2.122	1.374	5,97	16,51	—	—
Blanzv	52.759	—	6.506	9.655	—	1.647	1.067	5,88	17,92	—	—
Loire	58.232	—	10.904	15.830	—	1.379	875	4,68	35,47	—	—
Autres mines (H et L)	171.381	—	27.469	40.435	—	—	—	—	—	—	—
Total France (H et L)	993.580	—	161.853	234.539	—	1.448	951	5,23	30,28	—	—
Sarre	331.396	—	37.959	52.828	—	1.678	1.075	6	13,28	—	—
Total France et Sarre	1.324.970	—	199.812	292.367	—	1.500	979	5,41	27,01	—	—
Pays-Bas (4)	1.107.738	—	30.176	53.896	—	1.602	—	26	6,1(5)	213.774	83.429
Grande-Bretagne											
Sem. du 31-5 au 6-6-53	—	3.182.400	—	720.700	3.050	—	1.130	—	15,08(6)	—	—
Sem. du 7 au 13-6-53	—	4.504.600	—	720.400	3.120	—	1.210	—	11,04(6)	—	—
Allemagne (8)											
Ruhr	1.909.717	—	301.950	394.694	3.400	1.490	1.130	—	—	—	—
Aix-la-Chapelle	110.004	—	21.370	26.858	2.550	1.170	910	—	—	—	—
Basse-Saxe	39.264	—	7.976	10.627	2.500	1.140	840	—	—	—	—
TOTAUX	2.258.985	—	331.296	432.179	3.320	1.460	1.100	—	—	—	—

(1) Mois d'avril 1953 (houille et lignite). (2) Mines à exploitation souterraine. — (3) Semaine du 7 au 13 juin 1953. — (4) Mois de janvier. (5) Absences pour maladies. (6) Sur l'ensemble des mineurs. — (7) Y compris la production des usines non annexes des mines (France : 548.247 t de cokés et 111.248 t d'agglomérés; Sarre : 245.156 t de cokés). — (8) Semaine du 1^{er} au 7 juin 1953.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1952 DE L'INSTITUT NATIONAL DES MINES à Frameries-Pâturages

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

SOMMAIRE

Samenvatting	498
Résumé	499

SERVICE : SECURITE ET HYGIENE DES MINES.

I. Travaux sur les explosifs

1. — Recherches en vue de l'accroissement de la sécurité du tir à temps	501
A. Gaine renforcée	501
a) Influence d'un obstacle contrariant la détente des gaz dans le tir d'angle	502
b) Gaine au chlorure sodique	504
B. Tirs à temps au rocher	505
2. — Recherches diverses	507
a) Explosifs de sécurité intrinsèque	507
b) Influence de la provenance du nitrate ammoniac	507
c) Tirs au mortier d'explosifs divers	507

II. Travaux sur les détonateurs et explosifs

a) Détonateurs à court retard	508
b) Exploseur de sécurité intrinsèque	508
c) Inflammation du grisou par les détonateurs	508

III. Recherches demandées par l'Administration des Mines

IV. Recherches demandées par les constructeurs et les charbonnages

V. Lutte contre les poussières (Hygiène)

VI. Travaux du Laboratoire de chimie

SERVICE : RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

VII. Recherches sur la combustion du méthane

1) Influence de faibles quantités de formaldéhyde	512
2) Combustion au voisinage de la limite supérieure d'inflammation	513

VIII. Cinétique des réactions de combustion

IX. Appareils électriques agréés par la Direction générale des Mines

ANNEXE : Liste des appareils électriques et autres agréés	518
---	-----

SAMENVATTING

De studie van het ontvlammingsgevaar door de springstoffen blijft nog steeds de hoofdbekommernis van de dienst voor veiligheid. Van al de bewerkingen die de mijnarbeid medebrengt, is het schietwerk nog immer het delicaatste op dit gebied.

De veralgemening van het tijdschieten in de galerijen der werkplaatsen heeft het gevaar doen uitschijnen van een vroegtijdige ontbloting der mijnen. Die vaststelling heeft geleid tot twee verbeteringen, waarvan reeds sprake was in het verslag over de werken van 1951, namelijk de versterking van de veiligheidshuls en het gebruik van ontstekers met korte vertraging.

Beide waren het voorwerp van nieuwe opzoekingen in 1952, de ene in de proefgalerij, de tweede in het gesteente.

Versterkte huls.

Twee aspecten werden in de proefgalerij onderzocht :

a) Invloed van een hindernis die de ontspanning der gassen hindert bij een hoekschot.

De patronen worden in een inkerving geplaatst die volgens een der ribben van een stalen blok van vierkante sectie uitgeschaafd is en evenwijdig loopt met de hindernis die gevormd wordt, hetzij door de gebogen zijwand van de galerij, hetzij door een vlakke wand in profielijzer. Men stelt vast dat de grenslading (maximum lading die het mijngas niet ontsteekt) vermindert met de afstand tussen de kerf en de hindernis.

b) Huls gevormd door poedervormig natriumchloride.

Natriumchloride is meer samenhangend dan natriumbicarbonaat en loopt bijgevolg niet zo gemakkelijk uit de mogelijke scheuren van de uitwendige omslag.

Deze voordelige eigenschap ten opzichte van het behoud van de huls heeft zekere voortbrengers er toe gebracht hulzen van natriumchloride te vervaardigen die wij in het gekerfde blok beproefd hebben.

Deze hulzen geven voldoening voor springstoffen met 25 % natriumchloride (deze geven een grenslading van 15 patronen in het gekerfde blok) maar niet voor springstoffen met minder inerte bestanddelen (ontsteking bij twee en drie patronen in dezelfde omstandigheden).

Deze studie zal binnenkort hernomen worden want de hulzen van natriumchloride waren in gewicht lichter dan de bicarbonaat-hulzen hetgeen natuurlijk in hun nadeel was.

De proeven in het gesteente uitgevoerd in 1951 in zandsteenachtige terreinen, leidden tot de conclusie dat het ontvlammingsgevaar door amputatie vermeden wordt indien de ontploffing van de onthoofde mijn gebeurt binnen een tijdruimte van 75 milliseconden na de ontploffing van de mijn die de amputatie veroorzaakte. Deze tijdspanne van 75 milliseconden stemt overeen met twee vertragingstrappen van de ontstekers met korte vertraging die bij de proef gebruikt werden. Wanneer dit tijverlof drie vertragingstrappen bereikt bestaat er gevaar van ontvlaming.

Springstoffen van intrinsieke veiligheid.

Het betreft springstoffen met hoog gehalte aan inerte bestanddelen, zonder huls, die in het gekerfde blok een grenslading vertonen die groter is dan het aantal patronen dat in de kerf kan geplaatst worden. Invloed van de herkomst van het nitraat.

Zekere nitraten schijnen minder geschikt voor de vervaardiging van S.G.P. springstoffen.

Beproeving in de mortier van verscheidene springstoffen, en namelijk van vier formules van Securite die, merkwaardig genoeg, veiliger zijn ten opzichte van mijngas dan ten opzichte van kolenstof.

Ontstekers met korte vertraging. Controle van de regelmaat van de reeks 0 tot 10 van de ontstekers met korte vertraging van de Dynamit Aktiën Gesellschaft (D.A.G.) met gemiddelde vertraging van 56 milliseconden.

Ontploffing van intrinsieke veiligheid : Ontploffing « Little Demon » van de Imperial Chemical Industries. De kortsluitvonken ontsteken het mijngas niet. Deze ontploffing is speciaal bestemd voor de ontsteking van de Cardox-patronen.

Ontvlaming van mijngas door de ontstekers.

Dit verschijnsel werd bestudeerd op de ontstekers met korte vertraging van tijd t door middel van de strioscopische methode. De mijngasvlam volgt de rechtstreekse schokgolf op aanzienlijke afstand, hetgeen bewijst dat deze schokgolf niet tussenkomt in de ontvlaming.

Opzoekingen op aanvraag van het Mijnwezen.

De meeste belangwekkende dezer opzoekingen betrof deze over de veiligheid van de werking der Diesel-locomotieven. Het is uitgemaakt dat de ontvlaming van mijngas door de ontploffing van de dichting van het cilinderkopdeksel slechts mogelijk is in geval van grove nalatigheid bij het monteren ervan.

Opzoekingen op aanvraag van de constructeurs en de kolenmijnen.

Onder deze opzoekingen komen de verificaties voor van de vlamgrendels voor de inrichtingen van mijngasafzuiging, die benutigd worden voor de verwarming van stoomketels. De beproefde grendels be-

staan uit lamellen-stapels, gelijkaardig aan degene die gebruikt worden op sommige mijngasveilige elektrische toestellen en op de uitlaatopeningen van Diesellocomotieven.

In zekere omstandigheden werd een dezer grendels in gebreke gesteld, vermoedelijk wegens het be-geven van een der lamellen onder de schok der ontploffing.

Men mag zich dus afvragen of het niet aan te raden ware twee grendels in serie ofwel steviger lamellen te gebruiken. Deze kwestie blijft ter studie.

Stofbestrijding (Hygiène) Verslag over de maatregelen getroffen met het oog op de rangschikking der stoffige werkplaatsen.

Werken van het scheikundige laboratorium van de dienst voor veiligheid.

Opsomming van de mijngasontledingen en dergelijke uitgevoerd gedurende het jaar.

Opzoekingen over de verbranding.

Deze opzoekingen droegen op de volgende punten :

a) Verbranding van het methaan.

1) Invloed van geringe hoeveelheden formaldehyde.

2) Verbranding in de nabijheid van de bovenste ontvlammingsgrens.

b) Kinetica van de verbrandingsreacties.

Een samenvatting wordt gegeven van deze opzoekingen die uitvoerig beschreven werden in de Annalen der Mijnen van België en in het tijdschrift der scheikundige verenigingen van België.

Erkenning van elektrische toestellen door de Algemene Directie van het Mijnwezen, op voorstel van het Nationaal Mijninstituut.

In bijlage wordt een lijst gegeven van de erkende elektrische en andere toestellen.

RESUME

Le risque d'inflammation par les explosifs figure encore au premier rang des recherches effectuées au Service Sécurité. C'est que, de toutes les opérations que comporte le travail du mineur, celle du tir reste toujours la plus délicate au point de vue de la sécurité.

En Belgique, l'emploi pour ainsi dire généralisé du tir à temps dans les voies de chantier a mis en évidence les conséquences fâcheuses de l'amputation prématurée des charges et cet incident a servi de motif à deux innovations dont il a déjà été question dans le Rapport sur les travaux de 1951 : le renforcement de la gaine de sûreté et l'utilisation des détonateurs à court retard.

Toutes deux ont fait l'objet de nouvelles recherches au cours de l'année 1952, les unes en galerie expérimentale, les autres au rocher.

Gaine renforcée. En galerie expérimentale, deux questions ont été examinées :

a) Influence d'un obstacle contrariant la détente des gaz dans le tir d'angle.

Les cartouches sont disposées dans une rainure creusée suivant l'arête d'un bloc d'acier de section carrée, orienté parallèlement à l'obstacle constitué, soit par la paroi latérale (et courbe) de la galerie, soit par une paroi plane verticale en profilés. On observe que la charge-limite (charge maximum qui n'allume pas le grisou) diminue avec la distance qui sépare la rainure de l'obstacle.

b) Gaine au chlorure sodique pulvérulent. Le chlorure sodique est plus cohérent que le bicarbonate de soude et par conséquent s'écoule moins facilement par les déchirures de l'enveloppe extérieure.

Ces qualités favorables au maintien de l'intégrité de la gaine ont amené certains fabricants à réaliser des gaines de chlorure sodique, que nous avons expérimentées au bloc rainuré.

Ces gaines conviennent pour les explosifs à 25 % de chlorure sodique (ceux-ci n'allument pas à la charge de 15 cartouches au bloc rainuré), mais non pour ceux renfermant moins de substance inerte (inflammation du grisou par deux ou trois cartouches tirées dans les mêmes conditions).

Cette étude sera reprise prochainement, car les gaines au chlorure que nous avons expérimentées étaient inférieures en poids aux gaines au bicarbonate, ce qui était évidemment défavorable aux premières.

Les tirs au rocher, effectués en 1951 dans des terrains gréseux avec des détonateurs à court retard, avaient conduit à cette conclusion que le risque d'inflammation par amputation est écarté quand l'explosion de la charge amputée se produit au plus tard 75 millisecondes après la charge, origine de l'amputation. (Ce délai de 75 millisecondes correspond à l'écart 2 entre les numéros des détonateurs à court retard utilisés pour nos expériences. Lorsque cet écart est 5, il y a risque d'inflammation).

Nous avons continué ces expériences en 1952, celles-ci, exécutées les unes en grès, les autres en schiste ont confirmé le délai de sécurité indiqué ci-avant.

Explosifs de sécurité intrinsèque. Il s'agit d'explosifs à haute teneur en substance inerte, non gainés, présentant néanmoins au bloc rainuré une charge-limite supérieure à celle pouvant être introduite dans la rainure.

Influence de la provenance du nitrate ammonique. Il semble que certains nitrates sont moins bien appropriés à la fabrication des explosifs S.G.P.

Tirs au mortier d'explosifs divers et notamment de quatre formules de Sécurité, qui, fait assez rare, sont plus sûres vis-à-vis du grisou que des poussières.

Détonateurs à court retard. Vérification de la régularité de la série 0 — 10 des détonateurs à court retard de la Dynamit Aktien Gesellschaft (D.A.G.) (écart moyen entre les explosions : 36 millisecondes).

Exploseur de sécurité intrinsèque. Exploseur « Little Demon » de l'Imperial Chemical Industries. Les étincelles de court-circuit n'allument pas le grisou. Cet exploseur est destiné spécialement à l'allumage des tubes Cardox.

Inflammation du grisou par les détonateurs. Ce phénomène a été étudié sur les détonateurs à court retard à temps I par la méthode stroboscopique. La flamme du grisou suit à une distance appréciable l'onde directe de choc, ce qui démontre la non-intervention de cette onde dans l'inflammation.

Recherches demandées par l'Administration des Mines. De ces recherches, la plus intéressante est celle relative à la sécurité de marche des locomotives Diesel. Il est bien établi que l'inflammation du grisou par l'explosion d'un joint de culasse n'est possible que par le fait d'une négligence grave lors du remontage.

Recherches demandées par les constructeurs et les charbonnages.

Figure parmi ces recherches, la vérification de dispositifs coupe-flamme pour les installations de drainage du grisou alimentant les chaudières à vapeur. Les dispositifs expérimentés consistent en empilages de lamelles analogues à ceux placés sur certains appareils électriques antidéflagrants, et sur les orifices d'échappement de locomotives Diesel.

Dans certaines conditions, un de ces empilages a été mis en défaut du fait probablement, du fléchissement des lamelles sous le choc de l'explosion.

On peut donc se demander s'il ne serait pas prudent de placer deux empilages en série. Cette question reste à l'étude.

Lutte contre les poussières (Hygiène). Relation des mesures entreprises pour le classement des chantiers poussiéreux.

Travaux du laboratoire de chimie du service Sécurité. Relevé des analyses grisométriques et autres effectuées au cours de l'année.

Recherches sur la combustion. Ces recherches ont porté sur les points suivants :

a) Combustion du méthane.

1) Influence de faibles quantités de formaldéhyde.

2) Combustion au voisinage de la limite supérieure d'inflammation.

b) Cinétique des réactions de combustion.

Nous donnons un résumé de ces recherches, lesquelles ont été publiées en détail dans les Annales des Mines de Belgique et dans le Bulletin des Sociétés Chimiques belges.

Appareils électriques agréés par la Direction générale des Mines sur proposition de l'Institut National des Mines.

En ANNEXE : liste des appareils électriques et autres agréés.

I. — TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS.

Nos travaux sur les explosifs sont, pour la plus grande part, le prolongement de ceux effectués au cours de l'année 1951.

C'est le cas notamment des recherches sur la gaine renforcée et sur le tir au rocher, lesquelles ont toujours pour objectif l'accroissement de la sécurité du tir à temps dans les voies de chantier et font, pour cette raison, l'objet de deux paragraphes distincts.

Les autres recherches, d'intérêt moins immédiat,

sont réunies sous le titre « Recherches diverses ».

On pourra juger de l'importance de tous ces travaux par le nombre de tirs effectués, soit :

en galerie expérimentale, 1.213 tirs, dont 885 au bloc rainuré et 328 au mortier,

au rocher (galerie du Bois de Colfontaine), 178 tirs.

Avant de donner un aperçu de nos résultats expérimentaux, nous rappellerons d'abord les formules de composition des explosifs utilisés.

Nitrocooppalite (Sté Cooppal).

	V	VI	III
Nitrate ammonique	60,00	58,00	58,50
Nitroglycérine	10,00	10,00	11,50
Nitroguanidine	—	10,00	10,00
Farine de bois	7,00	7,00	7,50
Chlorure sodique	23,00	15,00	12,50

Matagnite (Poudreries Réunies de Belgique).

	VII	IV
Nitrate ammonique	57,5	62
Nitroglycérine	12,0	15
Farine de bois	7,5	8
Chlorure sodique	23,0	15

Flammivore Vbis (Sté d'Arendonck).

Nitrate ammonique	59,45
Nitroglycérine	10,00
Nitrocolton	0,05
Dinitrotoluol	1,00
Farine de bois	6,50
Chlorure sodique	23,00

Bicarbite (Poudreries Réunies de Belgique).

	I	II	V
Nitroglycérine	15	20	15
Gubr	2	2	2
Talc	1	2	—
Laine de laitier	—	25	—
Bicarbonate sodique	82	58	—
Chlorure sodique	—	—	83

1. — RECHERCHES EN VUE DE L'ACCROISSEMENT DE LA SECURITE DU TIR A TEMPS

a) Gaine renforcée.

Les explosifs agréés actuellement comme S.G.P. satisfont à l'épreuve du tir d'angle lorsqu'ils sont pourvus d'une gaine renforcée de poids suffisant et de composition convenable.

Précisons les conditions de l'épreuve en ajoutant :

a) les cartouches sont disposées en file et jointivement dans une rainure en bloc d'acier, de 90° d'ouverture, de 3 m de longueur dont les faces sont raccordées par un congé ou arrondi au rayon de la cartouche (18 mm).

b) le plan bissecteur de la rainure passe par l'axe longitudinal de la galerie.

c) le fond de la rainure, est à 1,10 m environ de la génératrice supérieure de la galerie. (La section de la galerie est de forme circulaire au diamètre de 1,60 m).

A la charge maximum pouvant être introduite dans la rainure (15 cartouches ou 1500 g d'explosif), il n'y a inflammation ni du grisou, ni des pous-

sières. (Ceci donne à penser que, dans un bloc plus long, on pourrait tirer des charges encore plus élevées sans avoir l'inflammation).

C'est l'incident de la mise à découvert d'une charge non encore détonée, incident toujours possible avec le tir à temps, qui nous a amenés à adopter ce mode d'essai.

Celui-ci présente évidemment le caractère conventionnel de tous les essais en galerie expérimentale; nous ajoutons néanmoins que les tirs que nous avons effectués au rocher dans des angles de configurations diverses, conduisent, quelle que soit la nature de l'explosif et de sa gaine, à des charges limites qui sont toujours au moins égales et souvent supérieures à celles indiquées par le tir au bloc d'acier.

Jusqu'à plus ample information, nous considérons donc l'épreuve définie ci-avant comme bien adaptée à la vérification des explosifs supergainés destinés au bosseyement.

Ajoutons que la présence d'un congé épousant la forme de la cartouche rend l'épreuve extrêmement sensible et favorable à l'inflammation.

Nous avons déjà signalé le fait dans notre Rapport sur les travaux de 1951 (*).

Nous l'observons encore actuellement en utilisant un bloc creusé d'une rainure hémicylindrique (fig. 1); celle-ci a conduit jusqu'ici à des charges limites, généralement inférieures à celles observées dans la rainure à 90° avec arrondi.

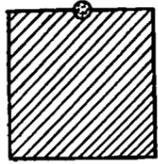


Fig. 1.

Dans les deux paragraphes qui suivent, on verra encore dans quelle mesure la sécurité des explosifs supergainés est influencée par la disposition de la charge : voisinage d'une paroi, forme de la rainure.

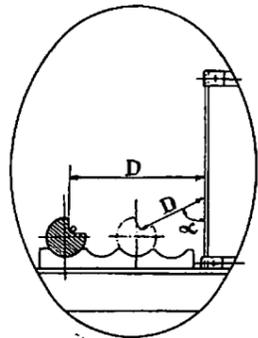


Fig. 2.

(*) Voir Annales des Mines de Belgique — Année 1952, 4^e livraison — page 476, colonne de droite.

a) Influence d'un obstacle contrariant la détente des gaz de détonation.

Cette influence est bien connue en ce qui concerne les explosifs à gaine active. Les expérimentateurs de Derne (Allemagne) l'ont mise en évidence en plaçant, parallèlement au bloc, une tôle d'acier verticale, comme indiqué au schéma de la figure 2.

(Ce bloc est creusé d'une rainure à parois orthogonales raccordées par un congé au rayon d'un millimètre).

Des expériences allemandes, il ressort que la charge limite augmente, soit quand la distance (D) entre la rainure et la paroi augmente, soit quand la rainure est tournée progressivement vers le haut (diminution de l'angle α).

Il nous a paru intéressant de faire la même recherche sur nos explosifs à gaine inerte.

Nous avons utilisé d'abord un bloc de section carrée, creusé le long d'une des arêtes, d'une rainure ouverte à 90° et à angle vif (fig. 3).

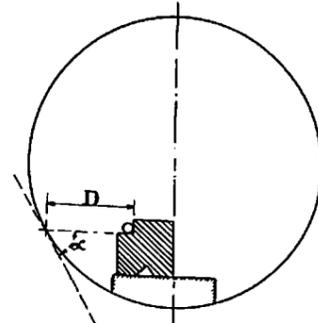


Fig. 3.

En rapprochant plus ou moins le bloc de la paroi de la galerie, nous faisons varier la distance (D), l'angle d'impact restant constant (60°).

Nous avons obtenu alors avec les Matagnite VII et IV et des gaines de diverses compositions, les résultats reportés au tableau I.

TABEAU I.

	Poids de gaine en g	Nombre maximum de cartouches n'allumant pas le grisou, pour D =		
		45 cm	50 cm	55 cm
Matagnite VII				
bicarbonate, enveloppe non paraffinée	150	5	8	15
chlorure sodique enveloppe paraffinée	130	4	6	8
chlorure sodique enveloppe non paraffinée	130	4	6	8
Matagnite IV.				
bicarbonate, enveloppe non paraffinée	150	2	2	5
chlorure sodique enveloppe paraffinée	130	1	1	2
chlorure sodique enveloppe non paraffinée	130	1	1	2

Remarques : 15 cartouches représentent la charge maximum pouvant être introduite dans le bloc rainuré. Une cartouche renferme 100 g d'explosif.

La charge de sécurité diminue avec la distance entre la rainure et la paroi de la galerie.

L'influence de la paroi est particulièrement marquée lorsque la teneur en chlorure sodique est en dessous du taux habituel des explosifs S.G.P. (23%). La Matagnite IV à 15% de chlorure sodique et pourvue d'une gaine de 150 g de bicarbonate a allumé à 5 et 4 cartouches; le même explosif, dans la rainure orientée vers le haut de la galerie, n'a pas allumé à 1500 g.

On remarquera également que le paraffinage de l'enveloppe extérieure des cartouches, du moins pour la gaine au chlorure sodique, n'influe pas sur le tir.

Dans le but de réaliser le choc normal des gaz de détonation sur l'obstacle, nous avons utilisé ensuite le dispositif représenté à la figure 4.

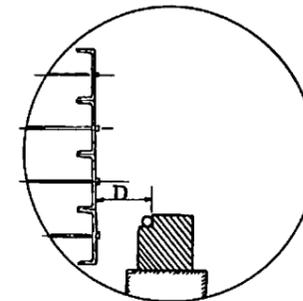


Fig. 4.

L'angle de la rainure est encore de 90°, mais l'une des faces est dirigée normalement à une paroi verticale de 1,20 m de hauteur, de 3,00 m de longueur, constituée par quatre poutrelles superposées et assemblées par boulons.

De plus, le rayon du congé raccordant les deux faces de la rainure est égal à celui des cartouches gainées (18 mm).

Les essais ont porté sur quatre explosifs de compositions diverses :

la Matagnite VII (gaine 114 g).

Cet explosif a été utilisé sous deux formes : cartouches normales (désignées « sans tôle ») et cartouches pourvues d'une plaque mince d'acier, disposée dans un des fonds (désignées « avec tôle »).

La présence de cette plaque d'acier a pour effet d'augmenter l'aptitude à la détonation.

le Flammivore S.G.P. (gaine 93 g).

la Bicarbite II (20 % de nitroglycérine — cartouches de 115 g).

la Bicarbite I (15 % de nitroglycérine — cartouches de 125 g).

Les résultats sont reportés en graphiques (fig. 5 et 6) (● inflammation, o non inflammation).

La courbe en trait interrompu, qui sépare les inflammations des non inflammations, présente la même allure, indiquant un accroissement de la charge de sécurité avec la distance entre la paroi et la rainure.

A remarquer cependant le comportement de la Bicarbite variable avec la teneur en nitroglycérine.

La formule à 20 % de nitroglycérine se comporte du moins jusqu'à l'écartement de 55 cm, comme les explosifs S.G.P.

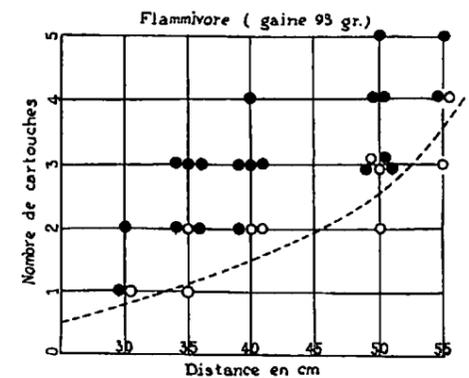
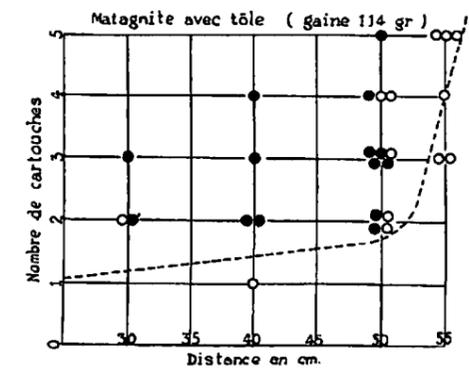
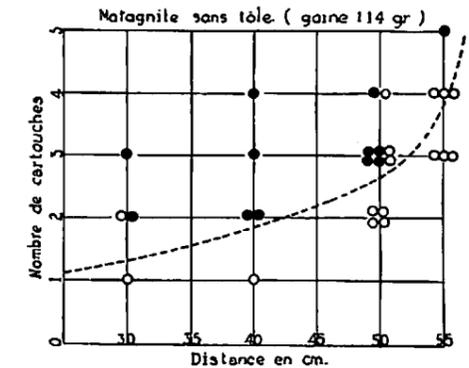


Fig. 5.

Pour la formule à 15 % de nitroglycérine, la sécurité n'est affectée par la paroi que pour l'écartement de 30 cm.

Ces constatations devront être prises en considération lorsqu'il s'agira de mettre au point des explo-

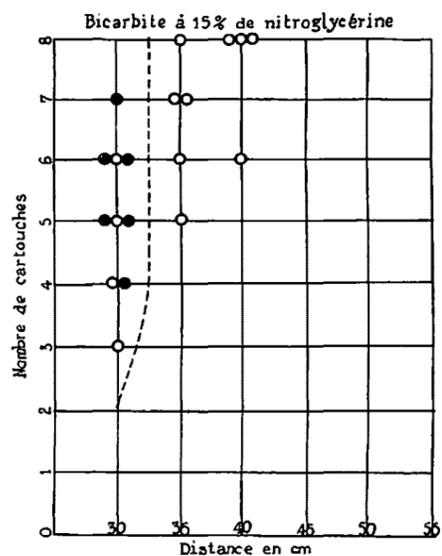
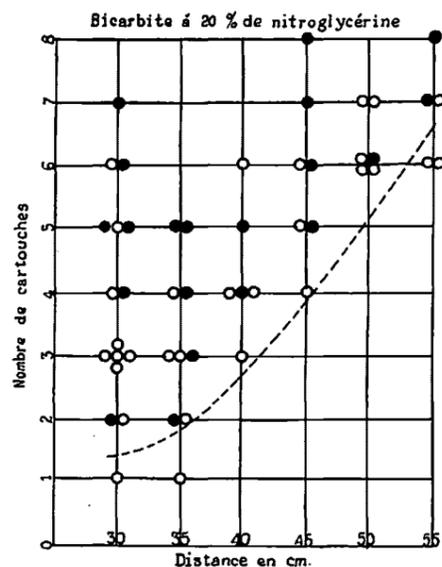


Fig. 6.

sifs pour le minage dans des espaces exigus, et notamment pour l'abatage en couche mince.

b) Etude de la gaine au chlorure sodique.

Cette gaine a été essayée dans les blocs d'acier creusés de rainures ouvertes à 90°, soit à angle vif, soit avec arrondi ou congé; ces rainures sont représentées schématiquement à la figure 7.



Fig. 7.

Rappelons que la première est celle adoptée par la Station de Derne (Allemagne), l'autre, celle de l'Institut National des Mines.

Les explosifs S.G.P. à 23 % de chlorure sodique (Matagnite, Flammivore, Nitrocooppalite), pourvus d'une gaine au chlorure sodique, n'allument ni le grisou, ni les poussières à la charge maximum (1500 g) pouvant être introduite dans la rainure à 90°, que la rainure soit à angle vif ou avec arrondi.

Pour ces explosifs, la substitution du chlorure au bicarbonate comme matière gainante est donc sans influence sur les résultats de l'épreuve ordinaire du tir d'angle.

La gaine au chlorure a d'ailleurs été admise officiellement pour le Flammivore et la Nitrocooppalite.

Lorsque la teneur de l'explosif en chlorure sodique est égale ou inférieure à 15 %, la gaine au sel s'avère moins efficace que la gaine au bicarbonate.

On s'en rendra compte par les résultats obtenus avec les explosifs Matagnite et Nitrocooppalite. (Tableaux II et III).

TABLEAU II.
Matagnite.

	Rainure avec arrondi
Formule VII (Chlorure 23 %) gaine au bicarbonate — 150 g	15 cartouches pas inflammation
gaine au chlorure — 150 g	15 cartouches pas inflammation
Formule IV (Chlorure 15 %) gaine au bicarbonate — 150 g	15 cartouches pas inflammation
gaine au chlorure — 150 g	4 cartouches inflammation 3 cartouches pas inflammation

TABLEAU III.
Nitrocooppalite.

	Rainure	
	à angle vif	avec arrondi
Formule VI (Chlorure 15 %) gaine au chlorure 142 g	15 cartouches pas inflammation	3 cartouches inflammation 2 cartouches pas inflammation
Formule III (Chlorure 12,5 %) gaine au chlorure 135 g	10 cartouches pas inflammation 11 cartouches inflammation	idem idem

L'accroissement de la puissance des explosifs S.G.P. actuels par réduction de la teneur en chlorure sodique ne peut donc être envisagé que conjointement avec l'emploi de la gaine au bicarbonate.

Il y a tout lieu de croire que celle-ci s'imposera également pour les explosifs brisants.

Observons cependant que, pour chaque formule d'explosif, les poids de matière gainante n'étaient pas les mêmes.

Nos constatations ne valent donc que pour des gaines pulvérulentes de volumes identiques.

Peut-être pourrait-on par des artifices spéciaux (compression et agglomération) réaliser des gaines au chlorure de poids plus élevé et par conséquent plus efficaces.

b) Tirs à temps au rocher.

Les inflammations occasionnées en Belgique par le tir à temps se sont toujours produites après les deux ou trois premières explosions de la volée, ce qui donne à penser que le grisou a été allumé par une ou plusieurs charges mises prématurément à découvert.

Pour parer à cet incident, on a imaginé la gaine épaisse; celle-ci atténue en effet le risque d'inflammation lorsque la charge explose dans un angle, soit en bloc d'acier, soit au rocher.

Mais, comme nous l'avons vu précédemment, l'efficacité de la gaine peut être mise en défaut par la présence d'obstacles contrariant la détente des gaz de détonation; en outre, il n'est pas certain que la gaine reste intacte au cours des bouleversements consécutifs à la fissuration ou à l'amputation du fourneau.

La sécurité pourrait donc être améliorée si les charges exposées à l'influence des premières explosions détonaient avant d'être en contact direct avec l'atmosphère inflammable.

Cette condition est réalisable avec les détonateurs à court retard.

Des 159 tirs effectués en 1951 dans des bancs de grès dur, il résulte qu'il y a risque d'inflammation dès que le délai s'écoulant entre l'explosion

de la charge, origine de la fissuration, et celle de la charge bouleversée par la fissuration, atteint 95 millisecondes.

Cette étude a été poursuivie en 1952; elle comporte maintenant au total, 537 tirs effectués les uns en grès dur, les autres en schiste tendre avec des explosifs divers et les trois modes d'amorçage : antérieur, inverse et postérieur.

Voici, en résumé, les observations faites au cours de cette longue recherche, les tirs étant classés d'après la disposition des fourneaux et la nature de l'explosif mis en œuvre.

a) Deux charges d'explosifs S.G.P. gagnés

20 tirs en grès dur : 4 tirs de bouchon et 16 de bosseyement.

Le temps s'écoulant entre les deux explosions est soit d'une demi-seconde (3 tirs), soit d'une seconde (17 tirs).

Quatre tirs donnent lieu à amputation de la charge sans qu'il y ait inflammation du grisou.

Pour trois d'entre eux, des cartouches sont retrouvées dans les déblais; pour le quatrième, il y a eu explosion du détonateur à l'air libre.

La seule observation intéressante que nous ayons faite est une amputation avec expulsion d'une partie de la charge hors du fourneau malgré l'amorçage postérieur. Celui-ci n'est donc pas une garantie contre l'explosion de cartouches à l'air libre.

b) Trois, quatre ou six charges de bouchon d'explosifs S.G.P.

12 tirs en grès avec détonateurs, soit à la demi-seconde, soit à court retard.

Deux amputations : il y a eu, soit explosion d'une partie de la charge en dehors du fourneau (détonateurs à la demi-seconde), soit explosion du détonateur à l'air libre (détonateurs à court retard).

La seconde amputation a donné lieu à inflammation du grisou; le délai entre les deux explosions consécutives était de 217 millisecondes.

3 tirs en schiste avec détonateurs à court retard, le délai entre les explosions des charges voisines allant de 150 à 300 ms.

Pour chaque tir, il y a amputation sans inflammation; seule, la cartouche amorce du trou amputé explose.

c) Deux, quatre ou six charges de bouchon d'explosifs Brisants.

11 tirs en grès, délai entre les explosions : 70 à 204 millisecondes. Neuf amputations sans inflammation.

6 tirs en schiste, délai entre les explosions : 130 à 170 millisecondes.

5 amputations :

- une partie de la charge explose;
- seule la cartouche amorcée explose;
- le détonateur de la charge amputée explose à l'air libre et allume le grisou; le délai entre les deux explosions est de 145 millisecondes.

d) Trois ou quatre charges de bossement d'explosif S.G.P.

8 tirs en grès avec détonateurs à court ou long retard; pour 5 d'entre eux, il y a amputation sans inflammation.

2 tirs en schiste, dont un avec amputation sans inflammation.

e) Trois charges de bossement d'explosifs Brisants

Un tir en grès sans amputation (72 millisecondes).

Un tir en schiste avec amputation (144 ms); de la charge amputée, seule la cartouche amorce explose sans allumer le grisou.

f) Deux charges de bossement d'explosifs S.G.P.

112 tirs en grès (107 avec détonateurs à court retard et 5 avec détonateurs à long retard).

31 amputations dont 3 ont donné l'inflammation. Les inflammations se sont produites alors que le délai entre les deux explosions était de 200 millisecondes.

23 tirs en schiste (détonateurs à court retard) avec 11 amputations.

L'une de ces amputations a causé l'inflammation du grisou par le détonateur, le délai entre les deux explosions étant de 206 millisecondes.

g) Deux charges de bossement d'explosifs Brisants

111 tirs en grès (un tir avec détonateur à long retard, tous les autres, avec détonateurs à court retard).

32 amputations dont 7 avec inflammation du grisou. Les inflammations se sont produites alors que le délai entre les deux explosions était :

4 secondes	
180 millisecondes (2 tirs)	
106 »	
98 »	
95 »	(2 tirs)

37 tirs en schiste (détonateurs à court retard). 14 amputations dont 2 ont causé l'inflammation. Le grisou a été allumé chaque fois par le détonateur explosant à l'air libre; le délai entre les deux ex-

plosions était 186 ms dans le premier cas, 217 ms dans le second.

De nos expériences ressortent les conclusions suivantes :

- Toutes les inflammations se sont produites lors d'une amputation.
- Les amputations n'ont pas causé l'inflammation, lorsque le délai entre les deux explosions était inférieur :
 - à 95 millisecondes pour les tirs de bossement en grès avec explosifs Brisants;
 - à 186 millisecondes pour les tirs de bossement en schiste avec les explosifs Brisants;
 - à 200 millisecondes pour les tirs de bossement en grès avec explosifs S.G.P.;
 - à 145 millisecondes pour les tirs de bouchon en schiste avec explosifs Brisants;
 - à 217 millisecondes pour les tirs de bouchon en grès avec explosifs S.G.P.

Il y a donc lieu d'admettre que le risque d'inflammation par amputation est pour ainsi dire nul lorsque l'écart entre les numéros des détonateurs à court retard amorçant deux charges voisines ne dépasse pas deux, le retard unitaire étant de l'ordre de 35 millisecondes (cas des détonateurs de la Dynamit Aktien-Gesellschaft).

Enfin, l'examen du front après le tir ne nous a permis dans aucun cas de déceler le moindre indice qui fit croire qu'une charge mise à découvert avait explosé dans un angle au rocher.

Signalons la constatation intéressante faite à la suite d'un tir de bossement dans le schiste, effectué avec deux charges de Flammivore disposées conformément au croquis figure 8.

Des 5 cartouches de la charge B, seule la cartouche amorce avait explosé; les 4 autres étaient restées intactes dans le fourneau amputé diamétralement par une fissure venant de la charge A.

Le délai entre les deux explosions était de 170 millisecondes.

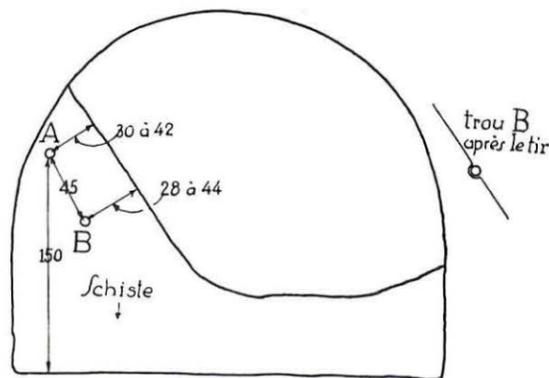


Fig. 8.

La cartouche amorce a vraisemblablement explosé dans les délais, c'est-à-dire dans des conditions telles qu'elle ne pouvait allumer le grisou.

Cet incident met néanmoins en évidence un mode de confinement qui, d'après nos essais actuels, en galerie expérimentale, est tout aussi favorable à l'inflammation que la rainure à 90°.

De nos expériences, il résulte que la sécurité du tir à temps est conditionnée par la disposition et la progression des fissures dans le rocher.

Pour établir la chronologie de la fissuration, nous

La charge-limite (nombre maximum de cartouches n'allumant pas le grisou) est indiquée ci-après d'après l'ancienneté de la fabrication. (Tableau IV).

TABLEAU IV.

	4 semaines	6 semaines	8 semaines
Nitrate I (gaine 127 g)	—	20 g	au moins 1500 g
Nitrate II (gaine 130 g)	200 g	600 g	id.
Nitrate III (gaine 122 g)	600 g	au moins 1500 g	id.
Nitrate IV (gaine 113 g)	—	au moins 1500 g	id.

nous proposons d'utiliser prochainement la photographie instantanée par éclair extrêmement bref (durée de l'ordre du microseconde).

Nous emploierons à cette fin comme source lumineuse une capsule en cellophane renfermant à la fois de l'argon et une cartouche de tétyl, celle-ci amorcée d'un détonateur.

En modifiant le délai entre l'explosion de la charge au rocher et l'explosion du tétyl, nous pourrions saisir l'état du rocher à des moments divers après la mise à feu.

2. — RECHERCHES DIVERSES

a) Etude des explosifs de sécurité intrinsèque.

Nous visons par là, les Bicarbite, explosifs non gainés, de faible puissance, mais de haute sécurité grâce à la forte teneur en substances extinctives.

Nous avons déjà signalé le comportement différent des deux formules à 15 et 20 % de nitroglycérine, lorsque la charge est parallèle à une paroi verticale.

La première reste insensible à l'influence de cette paroi dès que celle-ci se trouve à 35 cm au moins de la charge.

Les formules II et V encartouchées au diamètre de 30 mm ont été tirées dans la rainure à 90° avec arrondi (rainure orientée vers le haut).

A la charge maximum pouvant être introduite dans la rainure, soit :

2800 g pour la formule II à 20 % de nitroglycérine
2600 g pour la formule V à 15 % de nitroglycérine
il n'y a pas eu inflammation du grisou.

b) Influence de la provenance du nitrate ammoniac.

Dans le but de déterminer l'origine d'irrégularités observées dans les tirs en galerie, nous avons fait fabriquer par les Poudreries Réunies de Belgique, l'explosif Matagnite VII avec quatre nitrates ammoniacaux de provenances différentes — (I à IV).

Ces quatre échantillons, pourvus d'une gaine inerte, ont été tirés dans un bloc creusé d'une rainure à 75° (rainure avec arrondi).

Certains nitrates paraissent peu appropriés à la fabrication des explosifs S.G.P.

Cette discrimination, que nous considérons comme provisoire, devrait être confirmée par des essais au mortier sur cartouches non gainées.

Les tirs au bloc rainuré sont en effet influencés par le poids de matière gainante et, malgré tous les soins apportés à la fabrication, il est difficile d'obtenir des gaines régulières.

Ces irrégularités peuvent conduire à des conclusions erronées lorsque le poids de substance extinctive est voisin du minimum requis par le tir d'angle; c'était précisément le cas pour les quatre échantillons soumis aux essais.

c) Tirs au mortier d'explosifs divers.

Les explosifs gainés soumis aux essais indiqués précédemment ont été tirés au mortier de 40 mm, avec l'amorçage postérieur et sans bourrage.

A la charge maximum susceptible d'être introduite dans le fourneau, soit 600 g, aucun d'eux n'a allumé le grisou.

Les mêmes explosifs ont été essayés sans gaine, dans des mortiers de calibres divers (diamètre du noyau 26 mm) en présence du grisou.

Au mortier de 1900 × 35 mm et avec l'amorçage antérieur, la charge-limite est d'au moins 1.000 g, sauf pour la Nitrocooppalite à 12,5 % de chlorure sodique qui n'allume pas à 900 g, mais bien à 1.000 g.

Au mortier de 550 × 30 mm, la charge maximum, soit 200 ou 250 g, n'allume pas avec l'amorçage antérieur.

Dans le même mortier, mais avec l'amorçage postérieur tous les explosifs, même ceux renfermant 25 % de chlorure sodique, allument dès la charge de 200 g.

A la demande des Poudreries Réunies de Belgique, nous avons déterminé la charge-limite en présence des poussières charbonneuses (50 % de matières volatiles), de quatre types de Sécurité non gainée.

Cette détermination a conduit aux résultats suivants :

Formule à :	Mortier de 1120 × 30 mm	Mortier de 1120 × 40 mm
29 % de nitroglycérine	800	700
30 % »	800	600
32 % »	800	500
35 % »	800	500

Quelques tirs ont été effectués en grisou, au mortier de 1900 × 35 mm; ils ont montré que, pour chacune de ces formules, la charge-limite est d'au moins 1500 g.

II. — TRAVAUX SUR LES DETONATEURS ET EXPLOSIFS.

a) Détonateurs à court retard.

Deux fabrications ont été étudiées : l'une de l'Imperial Chemical Industries, l'autre de la Dynamit Aktien Gesellschaft.

La première n'a pas été retenue.

La seconde est déjà agréée depuis 1951 pour les retards numéros 0 à 6; il s'agissait de savoir si l'on pouvait utiliser la gamme complète 0 à 10.

La vérification effectuée suivant le procédé indiqué dans notre Rapport antérieur (photographie des flammes de détonation sur un film en mouvement) a conduit pour cette fabrication aux résultats figurant au tableau V ci-après.

(L'origine des temps est le lancé du courant d'allumage).

teux; cette propriété légitime l'absence du dispositif limitant la durée du passage du courant.

Cet appareil a été agréé.

c) Inflammation du grisou par les détonateurs.

Nous avons appliqué la photographie strioscopique à l'étude de l'inflammation du grisou par les détonateurs.

Les principes de base de cette méthode sont bien connus : Un faisceau lumineux traversant la région influencée par la détonation est, soit dévié par suite de la variation de l'indice de réfraction au passage de l'onde de choc, soit voilé par les produits de la combustion.

TABLEAU V.

	N° des détonateurs									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temps d'explosion :										
moyens	36,3	65,2	99,0	131,4	170,8	205,1	243,5	285,1	320,7	361,6
minimums	26,0	56,0	95,0	128,0	165,0	198,0	238,0	281,0	311,0	352,0
maximums	41,0	69,0	104,0	135,0	175,0	210,0	251,0	296,0	330,0	369,0
Ecart entre les extrêmes ...	15,0	13,0	9,0	7,0	10,0	12,0	13,0	15,0	19,0	17,0
Ecart entre t_n maximum et t_{n+1} minimum	15,0	26,0	24,0	30,0	23,0	28,0	30,0	15,0	22,0	

L'utilisation de ces détonateurs a été autorisée par une décision de la Direction générale des Mines.

b) Exploseur de sécurité intrinsèque.

Il s'agit du type « Little Demon » à manette, présenté pour agrégation par l'Imperial Chemical Industries et destiné à l'allumage des tubes Cardox.

L'appareil comporte essentiellement une magnéto dont l'induit porte deux enroulements :

un enroulement actif source du courant,

un enroulement fermé sur lui-même qui absorbe l'énergie magnétique libérée au moment de l'ouverture du circuit.

Le débit, pour une manœuvre d'énergie moyenne, est de :

0,46 A pour un circuit de 15 ohms

0,67 A pour un circuit de 5 ohms

Les étincelles de court-circuit entre électrodes de cuivre et zinc n'allument pas les mélanges grisou-

Sur le film photographique, on peut donc enregistrer simultanément l'onde de choc et les flammes ou gaz de détonation.

La figure 9 représente schématiquement l'installation que nous avons réalisée pour cette recherche.

Le faisceau lumineux venant d'une lampe à arc (A) est dirigé sur le miroir concave (B). En (C), ce faisceau traverse une ouverture semi-circulaire dont le bord droit est dirigé verticalement.

Le faisceau, réfléchi par le miroir, traverse la chambre d'explosion (D) en passant par des lumières 1 et 1' diamétralement opposées et donne sur l'objectif (E), une image nette de l'ouverture semi-circulaire (C).

En (F), un diaphragme à bord droit vertical cache la moitié de l'objectif et intercepte une partie

de la lumière. Le faisceau entrant dans l'objectif a donc la forme d'une étroite bande verticale limitée d'un côté par le bord vertical du diaphragme (F) et de l'autre par l'image du bord vertical de l'ouverture (C).

L'enregistrement se fait sur un film sensible placé sur un tambour (G), en aluminium, entraîné par un moteur électrique.

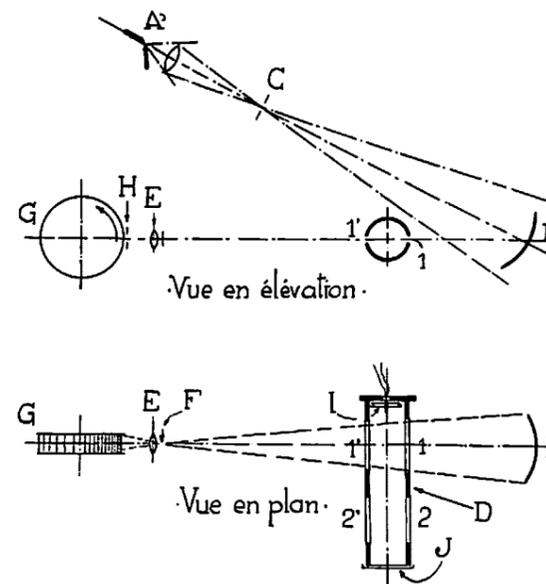


Fig. 9.

Près du film, la plupart des rayons lumineux sont arrêtés par deux plaques métalliques laissant entre elles une fente horizontale (H) de 0,5 mm de hauteur.

La chambre d'explosion reçoit par une couronne perforée (I) le mélange grisouteux; elle est fermée en (J) par une feuille de papier.

Le film est normalement caché par un obturateur (non représenté sur le dessin) qui se déplace verticalement, guidé par des glissières. Cet obturateur, percé d'une ouverture réglable, découvre l'objectif en même temps qu'il ferme le circuit de mise à feu du détonateur.

Celui-ci, du type à court retard n° 1, était placé au centre et contre le fond de la chambre d'explosion; il était dirigé, soit horizontalement, le fond vers la feuille de papier, soit verticalement, le fond vers le haut.

III. — RECHERCHES DEMANDEES PAR L'ADMINISTRATION DES MINES.

Inflammation de grisou survenue dans le Bassin de Charleroi (17 juin 1952).

Cette inflammation ayant été attribuée au fonctionnement défectueux d'une locomotive Diesel, et notamment à la rupture du joint d'étanchéité placé entre la culasse et le corps des cylindres, nous avons étudié cet incident en présence du grisou sur une locomotive à deux cylindres (alésage

Dans les deux cas, les inflammations se produisaient à la fréquence de 50 %.

La chambre d'explosion, placée sur un wagonnet, était susceptible de prendre trois positions; on pouvait ainsi enregistrer ce qui se passait :

- devant les ouvertures 1 et 1'
- devant les ouvertures 2 et 2'
- devant l'orifice libre de la chambre.

Quand le détonateur est dirigé suivant l'axe de la chambre, on observe sur les enregistrements :

- le sillage de substances projetées par le détonateur à la vitesse de 1500 m/sec;
- une onde de choc directe (I) dont la vitesse initiale est comprise entre 430 et 460 m/sec et dont la vitesse à la sortie de la chambre d'explosion varie de 400 à 420 m/sec. Cette onde directe est suivie de toute une série d'ondes réfléchies sur la paroi intérieure et sur le fond de la chambre;
- une onde rétrograde (II) provenant de la réflexion de la précédente sur la feuille de papier et retournant vers l'arrière à une vitesse apparente de 340 à 375 m/sec;
- une seconde (III) et parfois une troisième onde directe (IV), suites de la réflexion de l'onde rétrograde (II) sur le fond de la chambre.
- les fumées du détonateur qui, au début, suivent de très près l'onde directe (I), mais perdent ensuite et très rapidement leur vitesse. Ces gaz sont accélérés par les ondes directes et freinés par l'onde rétrograde. Ces fumées ne sont visibles qu'aux lumières 1 — 1'.
- éventuellement, la flamme de grisou. Celle-ci n'est visible qu'aux lumières 2 — 2', bien longtemps après le passage de l'onde directe.

Parfois même, cette flamme progresse si lentement que l'obturateur a déjà caché le film avant qu'elle ne soit enregistrée.

Pour six inflammations, nous avons noté 30 millisecondes, 17 millisecondes, plus de 45 millisecondes, — (4 fois) pour le délai s'écoulant entre le passage de l'onde et celui de la flamme, aux fenêtres 2 — 2'.

Quand le détonateur est dirigé verticalement, l'aspect général des enregistrements reste le même.

Ici encore, la flamme du grisou suit d'assez loin l'onde directe.

Cette constatation et le fait que les détonateurs instantanés de la même provenance n'allument jamais le grisou, nous portent à croire que cette inflammation se produit au contact des gaz chauds du relais sans l'intervention de l'onde de choc.

130 mm — course 170 mm), d'une puissance de 30 chevaux.

19 essais de durée variable, soit de 6 à 73 minutes, ont été effectués.

Pour 11 de ces essais, la locomotive, moteur en marche, se trouvait dans la cuve utilisée pour l'épreuve des appareils électriques. Cette cuve était remplie d'un mélange grisouteux inflammable, ame-

né d'une manière continue par le ventilateur et s'échappant avec les gaz brûlés par les orifices d'évacuation prévus à cet effet.

Pour les 8 autres essais, le mélange grisouteux arrivant du ventilateur était distribué par des tuyaux perforés entourant le corps du cylindre à hauteur du joint de culasse. Le capot de la locomotive était alors fermé par des feuilles de papier.

Nous avons utilisé des joints de compositions diverses :

- une feuille d'amiante entre deux feuilles de cuivre rouge;
- une feuille d'amiante entre deux feuilles de fer galvanisé;
- deux feuilles d'amiante alternant avec une feuille de cuivre, une de fer galvanisé, une de cuivre.

Les constatations que nous avons faites peuvent être résumées comme suit :

Quelle que soit la composition du joint, celui-ci se brise si l'on ne prend pas la précaution de resserrer, quand le moteur a atteint sa température de régime, les boulons d'assemblage de la culasse sur le corps des cylindres.

La rupture se produit après 20 ou 25 minutes de fonctionnement en atmosphère grisouteuse inflammable.

Cet incident s'est produit trois fois. Nous avons relevé chaque fois les dimensions du passage offert à la flamme du mazout : la hauteur ou distance entre la culasse et la chemise du cylindre et la longueur ou le développement de l'ouverture suivant la périphérie du cylindre, soit :

	hauteur (en mm)	longueur
1 ^o rupture	1,6	12
2 ^o rupture	1,6	15
3 ^o rupture	1,4	4

Dans aucun cas, il n'y a eu inflammation de l'atmosphère grisouteuse ambiante (8 % de méthane).

Cette recherche sera reprise prochainement sur un moteur à quatre cylindres.

Explosion intempestive survenue dans une usine métallurgique (27 août 1952).

Cette explosion est survenue lors de la démolition d'un haut fourneau, alors qu'on introduisait des charges de Dynamite n° III dans des trous forés sous le creuset.

Nous avons supposé que, malgré le temps écoulé depuis l'arrêt du fourneau (25 jours), la masse à morceler était encore à une température suffisante pour provoquer la détonation.

Un tube de verre renfermant de la Dynamite n° III sous un bourrage d'argile a été introduit dans un bain d'huile à température déterminée (à noter que l'explosif n'était pas amorcé d'un détonateur).

La température moyenne du bain d'huile étant de 140°, le tube explose parfois, ce qui se produit six minutes après le début de l'échauffement.

Pour une température moyenne de 173°, il y a toujours explosion (après 6 minutes).

Explosion intempestive de détonateurs ordinaires dans une carrière (28 août 1952).

Le mineur eut les deux mains arrachées au moment où il retournait une boîte de 100 détonateurs, pour en retirer les grains de liège.

On a attribué l'explosion à du fulminate libre qui aurait été broyé par les détonateurs s'entrechoquant.

Nous n'avons pu cependant faire exploser une boîte de détonateurs renversée sur une table métallique vibrante, bien que des grains de fulminate introduits au préalable sous la boîte fussent au cours de l'essai, transformés par friction en poudre impalpable.

L'accident est d'autant plus inexplicable que la manœuvre à laquelle se livrait la victime est répétée journellement et d'une manière continue dans les fabriques de détonateurs.

Inflammation de grisou dans le Bassin de Liège (11 décembre 1952).

Cette inflammation s'est produite lors d'un tir de bosseyement comportant des charges de six ou huit cartouches d'Alkalite II supergainées.

Ces charges étaient au nombre de cinq, mais l'enquête fit supposer qu'il y en avait six.

Elles étaient amorcées de détonateurs à long retard n° 1, 5, 7 et 9.

Des trois mines forées dans le mur, deux pourvues des détonateurs 1 et 9 étaient distantes de 40 cm environ.

Enfin, le détonateur se trouvait vers le milieu de chaque fourneau, dans la troisième ou quatrième cartouche introduite, le fond dirigé vers le bourrage.

Le boutefeu percut successivement quatre détonations puis l'explosion du grisou.

L'isolant de la ligne de tir fut carbonisé sur 20 m de longueur à partir du front.

Des 32 détonateurs prélevés dans la cartouche du boutefeu, aucun n'alluma le grisou (tirs en cylindre d'acier vertical de 900 × 230 mm).

La détermination de la charge limite de l'explosif (gaine de 150 g) au bloc rainuré conduisit aux résultats suivants :

- 4 cartouches dans la rainure à 90° sans arrondi.
- 2 cartouches dans la rainure à 90° avec arrondi.
- 2 cartouches dans la rainure hémicylindrique.

L'explosif était donc nettement déficient, mais il y a eu aggravation du fait de :

- la position du détonateur,
- l'écart exagéré (2 secondes) entre deux charges susceptibles de s'influencer.

IV. — RECHERCHES DIVERSES DEMANDEES PAR LES CONSTRUCTEURS ET LES CHARBONNAGES.

1) Modification de la cuirasse des lampes à benzine.

Cette modification concerne les lampes en usage dans un charbonnage de Campine; elle consiste à remplacer le chapeau normal (plaque de tôle légèrement bombée), par une cuvette percée sur sa surface latérale de 48 trous de 4 mm de diamètre.

Cette cuvette couvre les ouvertures supérieures de la cuirasse et doit soustraire les tamis aux atteintes du crochet de suspension.

Nous avons procédé à des essais comparatifs dans l'appareil d'épreuve des lampes.

Le comportement de la lampe n'est pas modifié par la substitution de la cuirasse proposée à la cuirasse normale.

2) Examen de verres pour lampes à flamme.

Trois lots de verres ont été soumis, à la demande de trois charbonnages, aux essais officiels d'échauffement et de choc. Il s'agissait chaque fois de la marque D.S. 4. des Cristalleries du Val-St-Lambert.

Les résultats ont été satisfaisants.

3) Vérification d'exploseurs.

L'intensité et la durée du débit de dix exploseurs ont été vérifiées à l'oscillographe.

4) Vérification de lampes à flamme.

Douze lampes à benzine ont été éprouvées en atmosphère grisouteuse à grande vitesse, sans donner lieu à constatation spéciale.

5) Essais de dispositifs coupe-flamme pour captage du grisou.

Certains charbonnages de Campine utilisant le méthane pour le chauffage des chaudières à vapeur, ont imaginé d'installer dans la canalisation, en amont du foyer, un dispositif coupe-flamme constitué par un empilage de lamelles, analogue à ceux placés sur les orifices d'aspiration et d'échappement des locomotives Diesel.

Pour vérifier l'efficacité de ce dispositif, nous avons utilisé une canalisation faite de tuyaux de

fonte de 25 cm de diamètre et disposée conformément au schéma de la figure 10.

Le mélange grisouteux pénètre par un tuyau placé sur le fond en tôle d'acier (F), traverse l'empilage (E) et ressort par le fond (F') — (disque de papier perforé ou tôle d'acier perforée).

Le mélange est allumé près du fond (F) par l'étincelle de la bougie (B).

Pour certains essais, on intercale un diaphragme (D) ou tôle percée au centre d'une ouverture circulaire d'un diamètre inférieur à celui de la canalisation.

La présence de ce diaphragme entraîne un accroissement de la vitesse de la flamme atteignant l'empilage et compense ainsi le faible développement de la canalisation, siège de l'inflammation.

Nous avons expérimenté d'abord un empilage composé de lamelles de bronze de 50 mm de largeur et 1 mm d'épaisseur, maintenues à un écartement constant de 0,5 mm.

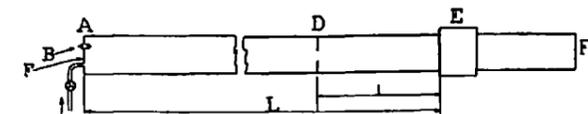


Fig. 10.

Les longueurs (L) et (l) étaient respectivement de 7,70 m et 1,70 m; le diamètre de l'ouverture dans le diaphragme (D) était de 80 mm.

Le fond (F') étant constitué par une feuille de papier, aucune des cinq explosions allumées près du fond (F) n'a été suivie de la traversée de l'empilage.

Après substitution à la feuille de papier, d'une plaque de tôle percée d'une ouverture de 40 mm de diamètre, on a, sur dix essais, observé deux fois la traversée de l'empilage avec sortie de la flamme par le fond (F').

Nous avons alors supposé que le passage de la flamme avait été facilité par le fléchissement des lamelles sous le choc de l'explosion.

Pour supprimer la traversée, il faudrait donc ou bien utiliser des lamelles plus rigides ou bien placer deux empilages en série.

V. — LUTTE CONTRE LES POUSSIÈRES (HYGIÈNE).

Nous avons entrepris le classement des chantiers au point de vue de leur degré d'empoussiérement; nous avons utilisé à cette fin le conimètre Watson.

250 échantillons prélevés surtout dans le Bassin de Liège ont été soumis au comptage, puis photographiés et photométrés. Cette troisième opération a consisté à déterminer, à l'aide d'une cellule photo-électrique, le pourcentage de lumière retenue par la plage empoussiérée du conimètre.

Cette enquête a fait l'objet d'une note dans les Annales des Mines.

Elle sera poursuivie cette année et étendue à tous les Bassins avec la collaboration des Services d'Arrondissement.

Nous utiliserons deux appareils :

- dans les chantiers d'abatage, la Hand Pump, qui capte les poussières par aspiration à travers un papier filtre.

Celui-ci est ensuite photométré au densitomètre Evans.

2) dans les travaux préparatoires, le conimètre Watson.

Les prélèvements seront assurés par les Services d'Arrondissement, mais les mesures au densitomètre et le comptage au conimètre seront effectués à l'Institut National des Mines.

VI. — LABORATOIRE DE CHIMIE SERVICE : SECURITE DES MINES

Le laboratoire de chimie du Service Sécurité est chargé des analyses et contrôles ressortant des recherches de ce service ou demandés par l'Administration des Mines et les Charbonnages.

Voici le relevé des travaux effectués :

- 1) Contrôle de la teneur en méthane d'échantillons d'air grisouteux prélevés par l'Administration des Mines (1488 échantillons faisant l'objet du tableau VI ci-après).
- 2) 46 analyses grisométriques demandées par les Charbonnages.

Pour activer les opérations, nous nous proposons de faire l'achat d'un second conimètre Watson et d'un précipitateur thermique du dernier modèle.

Le second de ces appareils sera utilisé pour l'étalonnage de la Hand Pump et du conimètre dans notre tunnel à poussières.

- 3) 6 analyses de grisou provenant de sondages.
- 4) 2 analyses de gaz prélevés lors d'un incendie en bouveau.
- 5) Détermination du taux de neutralisation de 81 échantillons de poussières.
- 6) 5 analyses de charbon.
- 7) Analyse de mazout, d'huile de graissage, essais d'inflammation de mazout pulvérisé.
- 8) Etalonnage de l'appareil FYRITE pour détermination du pourcentage d'air dans les installations de dégazage.

TABLEAU VI.

Tableau général
des analyses grisométriques, par bassin, catégorie et teneur de méthane.

Catégorie	Bassins	Répartition du contrôle suivant la teneur en méthane				Totaux
		0 à 0,5%	0,5 à 10%	1 à 2%	+ 2%	
1 ^{re}	Borinage - Centre	145	16	16	13	190
	Charleroi - Namur	66	4	1	—	71
	Liège	55	6	1	—	62
	Campine	14	9	0	6	29
	Totaux	280	35	18	19	352
2 ^{me}	Borinage - Centre	100	43	55	40	238
	Charleroi - Namur	66	32	21	10	129
	Liège	78	28	17	—	125
	Campine	—	—	—	—	—
	Totaux	244	103	93	50	490
3 ^{me}	Borinage - Centre	77	84	228	110	499
	Charleroi - Namur	49	28	10	60	147
	Liège	—	—	—	—	—
	Campine	—	—	—	—	—
	Totaux	126	112	238	170	646

VII. — RECHERCHES SUR LA COMBUSTION DU METHANE.

1) Influence de faibles quantités de formaldéhyde.

On admet généralement que le formaldéhyde est le premier intermédiaire stable de la combustion du méthane; son influence sur la vitesse de réaction constitue un des points fondamentaux de l'étude du phénomène.

Bone avait déjà étudié cette influence à la température de 400° pour de faibles pourcentages de formaldéhyde (0 à 1 %) et pour le mélange $2\text{CH}_4 + \text{O}_2$.

Nous l'avons étudiée sur les mélanges plus riches en oxygène et à plusieurs températures comprises entre 400 et 500°.

Nos résultats confirment les expériences de Bone. Quelques dixièmes pour cent de formaldéhyde suppriment la période d'induction sans modifier la vitesse de régime.

Des teneurs supérieures (0,4 à 2 %) portent momentanément la vitesse de réaction au-dessus de la valeur de régime.

Nous constatons en outre qu'au-dessus de 2 % de formaldéhyde, il n'y a plus combustion lente, mais bien inflammation.

Cette inflammation est précédée toutefois d'une période d'induction de l'ordre de 1 à 3 secondes, ce qui exclut, dans ce cas particulier, la possibilité d'un mécanisme en chaînes ramifiées.

L'inflammation induite s'explique si l'on admet que le formaldéhyde s'enflamme d'abord, portant ainsi tout le mélange à une température telle qu'il y a inflammation de toute la masse.

Dans certains cas, nous avons observé que le formaldéhyde seul participait à l'inflammation.

2) Combustion au voisinage de la limite supérieure d'inflammation.

Dans cette recherche, nous avons porté spécialement notre attention sur les produits de la réaction explosive.

Nous avons observé les faits suivants :

- 1) Des quantités appréciables d'hydrogène, d'éthane et d'éthylène figurent parmi les produits de la combustion lente précédant l'inflammation.
- 2) C'est dans un milieu contenant encore comme gaz combustible, principalement du méthane, que se déclenche l'inflammation.
- 3) L'inflammation des mélanges sous-oxygénés donne surtout comme produits de réaction, de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone dans la proportion $2\text{H}_2/\text{CO}$.

Il est peu vraisemblable que la formation d'hydrogène, tant dans la combustion lente que dans la flamme, soit due à la décomposition du formaldéhyde, car cette décomposition est trop lente pour rendre compte des quantités formées.

De plus, cette décomposition ferait apparaître une molécule d'hydrogène par molécule d'oxyde de carbone, ce qui est en contradiction avec le rapport $2\text{H}_2/\text{CO}$ établi par l'expérience.

Le compte rendu détaillé de cette recherche a paru dans les Annales des Mines de Belgique (1).

VIII. — CINETIQUE DES REACTIONS DE COMBUSTION.

Il est à remarquer que c'est par l'étude des facteurs (température, concentration, etc.) influençant la vitesse d'une réaction que l'on peut finalement connaître le mécanisme de cette réaction.

On a pu ainsi montrer que toutes les réactions en phase gazeuse procèdent par étapes successives faisant intervenir des composés intermédiaires de stabilités diverses (radicaux libres, peroxydes, etc.)

Lorsque la vie moyenne du composé intermédiaire est très petite par rapport à la durée totale de la réaction, l'étude cinétique peut être grandement simplifiée, car on peut alors admettre que, sur une période relativement courte, la concentration de ce composé est constante, sa vitesse de formation étant égale à sa vitesse de destruction.

On dit alors que la réaction est en régime stationnaire; dans ces conditions, la vitesse qui est évidemment liée au composé intermédiaire ne dépend plus autrement du temps que par la concentration des réactifs.

Un grand nombre de réactions ont pu être traitées de cette manière et, dans le cas des réactions d'oxydation, on peut notamment citer celles de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone.

En ce qui concerne la combustion des hydrocarbures, des alcools et des aldéhydes, on ne peut plus appliquer la méthode des états stationnaires. Ces oxydations comportent des intermédiaires actifs dont la vie moyenne est de l'ordre de grandeur de la durée totale de la transformation, de sorte que l'état stationnaire n'est presque jamais atteint dans les conditions normales de réaction. Ces circonstances particulières rendent l'interprétation de la cinétique de ces réactions extrêmement difficile et c'est ce qui

explique pourquoi, en cette matière, nos connaissances sont encore assez fragmentaires.

Pour l'étude de ces réactions, il nous a paru intéressant de suivre la vitesse instantanée de réaction par un procédé d'enregistrement saisissant le phénomène dès l'instant initial, parce que la vitesse de réaction ne dépend alors que de la concentration de l'intermédiaire actif.

Au cours de cette année, nous avons mis un tel procédé au point. Nous l'avons appliqué à l'étude de nombreuses réactions d'oxydation. Citons principalement l'oxydation du formaldéhyde, de l'éthane, de l'éthylène, du propane, du propylène, du cyclopropane, de l'oxyde d'éthylène, du butane, de l'isobutane et de l'alcool méthylique.

Parmi ces diverses réactions, les résultats expérimentaux relatifs au formaldéhyde ont pu être interprétés complètement dès à présent et nous ont permis d'établir le mécanisme de réaction qui, contrairement aux idées actuellement en faveur, n'est pas un mécanisme à radicaux libres, mais bien un mécanisme où le composé intermédiaire actif est l'acide performique.

Le compte rendu détaillé de ce travail paraîtra sous peu dans le Bulletin des Sociétés Chimiques de Belgique.

Dans le cas de l'alcool méthylique, les résultats expérimentaux paraissent également susceptibles d'une interprétation simple.

Les autres composés que nous avons étudiés répondent à des cinétiques beaucoup plus complexes et il ne nous a pas encore été possible d'interpréter

(1) Annales des Mines de Belgique, 1952, p. 630.

d'une manière satisfaisante les résultats auxquels ils donnent lieu.

Dans ce qui suit, nous donnerons succinctement le principe de la méthode générale sur laquelle est basée la mesure instantanée de la vitesse de réaction.

Cette méthode ressort de la constatation suivante : la chaleur dégagée par la réaction a pour effet d'élever quelque peu la température des gaz en réaction et cette élévation de température est proportionnelle en première approximation à la vitesse de la réaction.

En effet, soit T_0 la température de la paroi de la cellule renfermant les gaz réagissants (Celle température doit être considérée comme constante vu la grande capacité calorifique de la matière).

Soit T la température (considérée comme uniforme) des gaz au temps t .

L'écart $T - T_0 = \Delta T$ dépend de la chaleur dégagée par unité de temps, laquelle est égale au produit $Q V$, Q chaleur de réaction et V vitesse de réaction.

On a donc : $Q V = k (T - T_0) = k \Delta T$
 d'où : $V = A \Delta T$

A = facteur de proportionnalité
 ΔT = élévation de la température des gaz.

Il suffit donc de mesurer cette élévation de température pour obtenir la vitesse instantanée de la transformation. C'est ce que nous avons fait au moyen d'un fin fil métallique maintenu au centre de la chambre de réaction et fonctionnant comme thermomètre à résistance.

Pour des réactions terminées complètement au bout de quelques minutes, l'élévation de température correspondant à la vitesse maximum est de l'ordre de 1 à 5°, élévation qu'il est possible de mesurer avec une précision nettement supérieure au pour cent. D'autre part, la capacité thermique des gaz étant très faible, le système comporte peu d'inertie de sorte que, pratiquement, l'équilibre thermique est atteint au bout d'un temps très court, de l'ordre de 1/5 de seconde. La mesure acquiert ainsi une signification précise dès les premiers instants de la réaction.

En même temps que la vitesse de réaction, est enregistrée — sur le même film — l'élévation de pression accompagnant la transformation. Pour autant que cette dernière grandeur soit proportionnelle à l'avancement de la réaction, on est ainsi en pos-

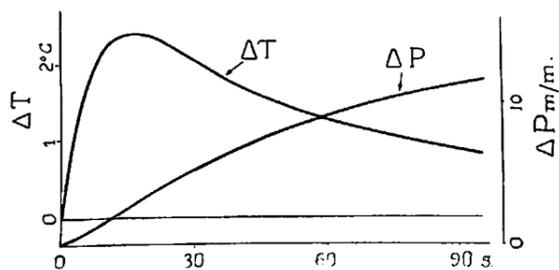


Fig. 11.
 Combustion du mélange 1 formaldéhyde + 1 oxygène (excès d'oxygène)
 $T = 452^\circ C$ $P_0 = 89 \text{ mm Hg}$

session de deux courbes en fonction du temps, la courbe de température et la courbe de pression, la première étant la dérivée de la seconde (*)

L'intérêt pratique du procédé va apparaître immédiatement par quelques exemples.

La figure 11 se rapporte à la combustion d'un mélange équimoléculaire de formaldéhyde et d'oxygène.

Sur ce diagramme, la courbe ΔT représente les variations de température à partir de l'instant initial et la courbe ΔP , les variations de la pression.

On constate que la vitesse de réaction, c'est-à-dire ΔT , croît rapidement pour atteindre un maximum au bout de quelques secondes.

Cette vitesse décroît ensuite suivant une loi strictement bimoléculaire, caractérisant l'état stationnaire de la réaction.

Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, la courbe de la vitesse (ΔT) est la dérivée de la courbe de pression (ΔP). Au maximum de la première correspond un point d'inflexion de la seconde.

Une expérience assez instructive est celle représentée à la figure 12; il s'agit de la combustion de formaldéhyde avec présence d'un défaut d'oxygène.

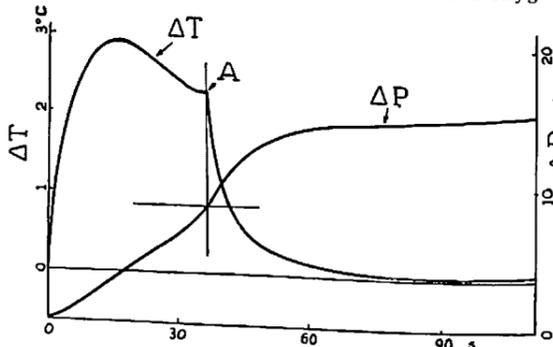


Fig. 12.
 Combustion du mélange 2 formaldéhyde + 1 oxygène (excès de formaldéhyde)
 $T = 432^\circ C$ $P_0 = 53 \text{ mm Hg}$

Le début de la transformation est pratiquement identique à celui de l'expérience précédente, ce qui démontre la non influence de l'oxygène sur la

(*) L'accroissement de pression ΔP est proportionnel au nombre n de molécules formées, $\Delta P = K n$.

On a ainsi : $d \frac{\Delta P}{dt} = K \frac{dn}{dt}$
 (t = temps, K = facteur de proportionnalité)

mais $\frac{dn}{dt} = V$ (Vitesse de réaction)

d'où $d \frac{\Delta P}{dt} = K V$.

Mais on a vu précédemment : $V = A \Delta T$.

On arrive ainsi à $d \frac{\Delta P}{dt} = K A \Delta T$.

La courbe de la température est donc bien la dérivée de la courbe de pression à un facteur de proportionnalité près (KA).

vitesse de réaction. Celle-ci est telle que la réaction procède sans la moindre anomalie jusqu'à la consommation complète des dernières traces d'oxygène. A ce moment, la phase gazeuse ne contient plus que du formaldéhyde en présence de ses produits de combustion. Parmi ceux-ci, les uns sont stables et s'il en est d'autres susceptibles encore de réagir, comme par exemple un composé intermédiaire, on devra s'en apercevoir, soit par une variation de température (variation de résistance du fil), soit par un changement de pression.

C'est précisément ce que l'on observe au point A.

La courbe de vitesse descend alors suivant une nouvelle loi et, en même temps, la courbe de pression subit un accroissement indiquant nettement l'apparition d'une réaction se produisant avec augmentation de volume; c'est la décomposition du produit intermédiaire.

La présence de ce produit ainsi que sa destruction sont par là même démontrées expérimentalement. On a pu montrer, par l'analyse des courbes, qu'il s'agit d'acide performique.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, nous avons pu constater que les caractères cinétiques de l'oxydation de l'alcool méthylique présentent de grandes analogies avec ceux de l'aldéhyde.

Le second exemple que nous donnons est celui de la combustion de l'éthane. L'expérience de la figure 15 est relative à la combustion d'un mélange contenant un grand excès d'hydrocarbure. Par analogie avec les résultats obtenus dans le cas du formaldéhyde, nous devons donc nous attendre à voir apparaître vers la fin de la réaction, au moment où tout l'oxygène est consommé, certains intermédiaires.

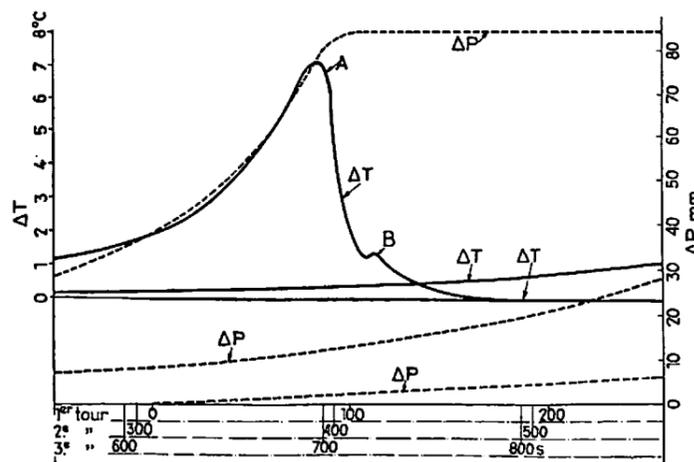


Fig. 15.
 Combustion du mélange 2 éthane + 1 oxygène (excès d'éthane)
 $T = 432^\circ C$ $P_0 = 500 \text{ mm Hg}$

C'est précisément ce que la courbe des vitesses révèle par la boucle B. Contrairement à ce que l'on observe dans le cas de formaldéhyde, cette boucle est précédée d'une chute assez rapide qui prend très probablement naissance au moment où l'oxygène est pratiquement consommé (point A).

Cette chute est l'indice de l'existence de chaînes droites d'oxydation qui, dans le cas du formaldéhyde, étaient inexistantes.

Le troisième exemple est celui de la combustion du propane. La courbe figure 14, relative également à un mélange contenant un grand excès d'hydrocarbure, met aussi en évidence l'existence de chaînes droites. Mais l'influence de l'oxygène doit sans doute être plus importante dans ce dernier cas que dans celui de l'éthane, car la chute observée après la consommation de l'oxygène est moins raide.

Une autre différence réside dans le fait que la courbe présente maintenant deux boucles au lieu d'une (B_1 et B_2), indice de l'existence de deux produits intermédiaires de stabilités différentes.

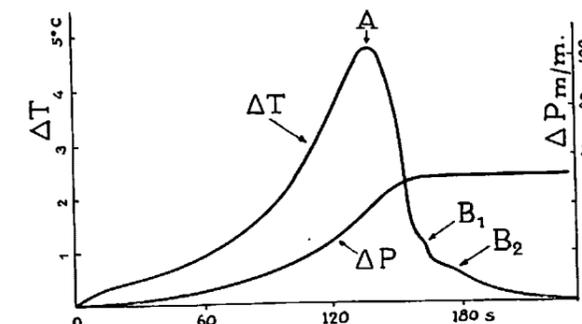


Fig. 14.
 Combustion du mélange 2 propane + 1 oxygène (excès de propane)
 $T = 440^\circ C$ $P_0 = 240 \text{ mm Hg}$

Terminons enfin notre série d'exemples, en donnant l'enregistrement du curieux phénomène de la flamme froide.

Rappelons que ce phénomène est général et se présente pour tous les hydrocarbures autres que le méthane et qu'il est intimement associé au phénomène de choc que l'on rencontre dans les moteurs à combustion interne.

Il prend naissance après une période d'induction considérable et se propage dans la chambre de réaction en donnant lieu à une émission lumineuse assez faible, mais facilement observable.

La température des gaz qui émettent cette luminescence ne dépasse souvent pas plus de 50°C celle des parois, d'où la dénomination « flamme froide ». Dans certains cas, et c'est notamment celui que nous donnons ici, on peut observer jusqu'à quatre flammes froides se succédant à des intervalles de quelques secondes.

Dans le diagramme (figure 15), chaque flamme se manifeste par un maximum dans les courbes de pression et de température. Ces flammes ne durent que quelques secondes et chaque période lumineuse est séparée par une période obscure sensiblement de même durée.

Il est extrêmement intéressant de comparer le diagramme figure 15 au diagramme figure 14. Alors que la première combustion est effectuée à 440°C, la seconde où les vitesses de réaction sont mani-

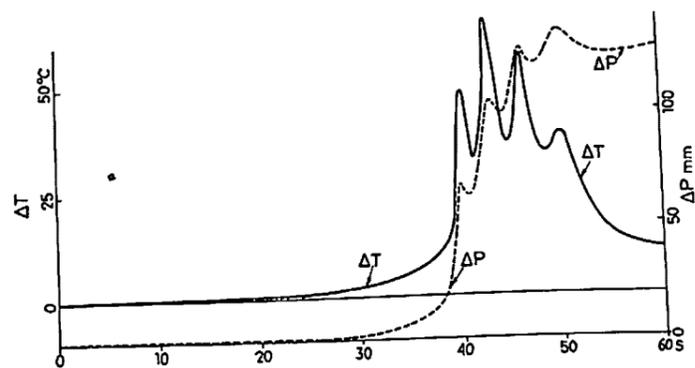


Fig. 15.
Combustion du propane avec apparition de 4 flammes froides successives (excès de propane)
 $T = 527^{\circ} \text{C}$ $P_0 = 400 \text{ mm Hg}$

festement beaucoup plus grandes, est relative à une température beaucoup plus basse.

Il existe donc un coefficient de température négatif (augmentation de la vitesse de réaction pour une diminution de la température). Ceci permet de comprendre pourquoi la flamme s'éteint périodiquement.

L'explication chimique du phénomène réside dans le fait que certains intermédiaires, notamment ici les peroxydes, catalysent la combustion. Mais ces peroxydes ne sont stables qu'à une température relativement basse et l'élévation de température a pour effet de les détruire, ce qui a pour ultime conséquence d'enrayer la réaction, d'où extinction de la flamme.

IX. — APPAREILS AGREES PAR LA DIRECTION GENERALE DES MINES.

On trouvera en annexe le relevé des appareils agréés comme antigrisouteux par la Direction générale des Mines sur proposition de l'Institut National des Mines.

Parmi eux, certains méritent une mention spéciale :

1) Coffret de contrôle et de mesure d'isolement Merlin Gérin (Grenoble).

Ce coffret, destiné aux réseaux à basse tension et à neutre isolé, offre les possibilités suivantes :

- Indication permanente de la valeur réelle de l'isolement global;
- Signalisation double (acoustique et optique) déclenchée par relais électronique lorsque l'isolement tombe en dessous d'une valeur déterminée de l'ordre de 20.000 ohms;
- Signalisation à distance ou éventuellement déclenchement du disjoncteur principal du réseau B.T. ou H.T. par un contact auxiliaire;
- Protection du personnel et du matériel par un parasurtension en cas de passage de la haute tension dans le réseau basse tension (si le neutre du transformateur est accessible).

La mesure permanente de l'isolement est réalisée au moyen d'une source de courant continu à 24 volts, reliée d'une part au point neutre du transformateur ou à un point neutre artificiel et, d'autre part, à la terre par l'intermédiaire d'un indicateur gradué de 0 à 2 mégohms.

La chute de tension le long d'une résistance insérée dans le même circuit, commande le poten-

tiel de grille d'un thyatron. Lorsque ce potentiel atteint une certaine valeur, le thyatron s'amorce, déclenche les relais des circuits de signalisation et ouvre un contact auxiliaire commandant le disjoncteur principal.

Un filtre est également inséré dans le circuit de mesure; il élimine les composantes alternatives ou transitoires qui pourraient troubler la mesure et faire fonctionner intempestivement le relais électronique.

2) Des appareils de contrôle et de protection des courroies transporteuses construits par les firmes Merlin et Gérin de Grenoble (France) et Hugh Wood de Gateshead-on-Tyne (Angleterre).

3) Appareil Schwob. Cet appareil est destiné à la mise en marche et à l'arrêt automatiques de pompes de démergement.

Ses parties essentielles sont :

- un transformateur abaissant à 22 volts la tension d'alimentation (110 ou 220 volts);
- deux ponts redresseurs comportant chacun quatre cellules oxymétal;
- deux bobines alimentées par les redresseurs et agissant sur un interrupteur à contacts multiples, celui-ci inséré dans les circuits de relais commandant le disjoncteur du groupe moteur-pompe.

L'ouverture et la fermeture des circuits des bobines se font par deux électrodes métalliques qui plongent à des niveaux différents dans le puits à démerger, la borne de terre de l'appareil étant effectivement reliée au sol.

Les organes tels que transformateur, redresseurs et bobines doivent évidemment être protégés par une enveloppe reconnue comme antidéflagrante.

Les électrodes, par contre, se trouvent à l'air libre mais généralement dans un endroit mal aéré.

Il importait donc de savoir si le contact des électrodes entre elles ou avec la terre pouvait ou non donner des étincelles dangereuses, c'est-à-dire capables d'allumer un mélange grisouteux.

Cette importante question a fait l'objet de recherches nombreuses.

On a constaté d'abord que les mélanges d'air et de gaz d'éclairage n'étaient pas allumés par le contact entre :

- les deux électrodes;
- l'une des électrodes et l'autre réunie à la borne de terre;
- l'une ou l'autre des électrodes et la borne de terre;
- les deux électrodes réunies et la borne de terre.

On a observé ensuite que le courant de court-circuit direct (0,52 ampère) entre bornes secondaires du transformateur (22 volts) allument les mélanges de gaz d'éclairage, mais non les mélanges grisouteux.

Les électrodes du relais Schwob peuvent donc être utilisées sans danger dans une atmosphère grisouteuse, à condition toutefois que les caractéristiques électriques des appareils soient celles indiquées dans la décision d'agrément.

4) Poste téléphonique Funke et Huster. Ce poste ne possède ni pile ni magnéto, seul le courant engendré par les oscillations dans un champ magnétique, d'une bobine solidaire de la membrane vibrante, assure la transmission du message. Le débit maximum relevé à l'oscillographe

(à rayons cathodiques) pour une conversation extrêmement bruyante est de 2 milliampères efficaces.

Ce courant n'allume même pas le mélange air + gaz d'éclairage, plus inflammable cependant que n'importe quel mélange grisouteux.

5) Interphone de la Société Foraky. Cet appareil a été conçu pour l'échange de conversations téléphoniques dans les fonçages de puits.

Il comporte :

- au fond, un laryngophone, un casque téléphonique avec bouton-poussoir de commutation;
- dans le puits, une ligne à deux conducteurs;
- à la surface, un microphone, un amplificateur et un haut-parleur.

Normalement, le laryngophone est relié aux bornes d'entrée de l'amplificateur raccordé lui-même au haut-parleur; la conversation peut être ainsi engagée à partir du fond.

Pour répondre, le correspondant de la surface doit agir sur un bouton-poussoir qui, par un système de relais, modifie les connexions de telle sorte que l'amplificateur est relié d'un côté au microphone et de l'autre, à la ligne. De son côté, le correspondant du fond, pour passer à l'écoute, appuie sur le bouton-poussoir du casque.

Le courant circulant ne dépasse, dans aucun cas, 1 milliampère efficace et la tension aux bornes des appareils du fond n'excède pas 6 volts.

De ce fait, les circuits du fond sont de sécurité intrinsèque et n'exigent pas de protection antidéflagrante.

Pâturages, juin 1955.

J. Fripiat.

INSTITUT NATIONAL DES MINES

Rapport sur les travaux de 1952

ANNEXE

Liste des appareils électriques et divers

agréés en 1952

sur proposition de l'Institut National des Mines.

I. — HAVEUSES

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
16-1-52	Société Electro-Industrielle, 28 rue St-Pierre, Liège.	13E/8190	Avenant à la décision 13E/8086 du 5-9-51 relative à la haveuse à chaîne Eickhoff, type SEKE/40 : utilisation d'un moteur Siemens, 40 kW. v/plan S.26.364.Z.
9-4-52	Société Electro-Industrielle, 28, rue St-Pierre, Liège.	13E/8285	Haveuse à chaînes, type S.E. III avec moteur Siemens, 500 V, 40 ou 60 kW. v/plans 1451, M.91.1487 et M.91.2715.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
9-1-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8176	Moteur type P.A.N.B.4., réalisé en 2 variantes, tensions 190 à 550 V, Vitesses 750 à 1500 t/m, Puissances 0.7 à 4 kW. s/plan E.081.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
4-4-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8278	Enveloppes types A.K.G. a 2968 - 2970 - 3356 - 3370 et 4168 pour moteurs asynchrones, courant triphasé, rotor en court-circuit, 190 à 550 V, 750 à 1500 t/m, 6.3 à 42 kW ($\pm 50\%$). s/plan 2.024.432-a.
4-4-52	« La Magnéto Belge », 123, rue Marconi, Bruxelles.	13E/8280	Moteurs types A.H.G. 2084/S - 2086/S et 2088/S, asynchrones, courant triphasé, rotor en court-circuit, 110 à 600 V, 1.000 à 1.500 t/m à 11 kW $\pm 25\%$. s/plan 9.500.889.
4-4-52	« La Magnéto Belge », 123, rue Marconi, Bruxelles.	13E/8283	Par avenant aux décisions 13E/7723 du 18-7-50 et 13E/8148 du 21-11-51, le moteur type A.F.G.T. 107 peut être modifié. s/plan 2.501.424.
19-4-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8290	Moteur type u.DOR 682-4D 500 V, 1430 t/m - 19 A - 11 kW. s/plan 126.122.
22-4-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8299	Enveloppes types A.F.G. 911-b, 961-b et 971-b, pour moteurs asynchrones, courant triphasé, rotor bobiné à bagues, sans dispositif de mise en court-circuit, 220 à 6.000 V, 375 à 1500 t/m, 105 à 630 kW $\pm 25\%$. s/plans 1.021.826, 1.021.830 et 2.024.325.
24-4-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8302	Enveloppes types A.F.G. 1014-c, 1064-c et 1074-c, pour moteurs asynchrones, courant triphasé, rotor en court-circuit, 3.000 à 6.600 V, 600 à 1500 t/m 273 à 1.170 kW $\pm 50\%$. s/plans 1.020.073 et 1.021.788.
2-5-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8309	Avenant à la décision 13E/8017 du 7-7-51 relative au moteur type A.N.B.4. : sans modification de l'enveloppe, les caractéristiques électriques sont : Tension : 110 à 500 V. Vitesses : 750, 1.000, 3.000 t/m. Puissance max. : 15 kW (cl. A) 17,5 kW (cl. B).

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
2-5-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8310	Avenant à la décision 13E/8176 du 9-1-52 relative au moteur type PANB. 4 : sans modification de l'enveloppe, les caractéristiques électriques sont : Tension : 110 à 500 V. Vitesse : 3.000 t/m. Puissance max. : 4 kW.
9-5-52	« La Magnéto Belge », 123, rue Marconi, Bruxelles.	13E/8314	Avenant à la décision 13E/8025 du 16-7-51 visant le moteur type AFGT.167 (fixation par bride circulaire). s/plan 9.500.658.
13-5-52	N. V. Electromotorenfabriek « DORDT », à Dordrecht, (Hollande).	13E/8316	Moteur type Q7 X 500/4, 500-865 V, 1475 t/m, 37 kW (50 CV). s/plans 43.72033-A et 01.02384.
28-5-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8329	Enveloppe type A.K.G. 326-Cb pour moteurs asynchrones, courant triphasé, rotor en court-circuit, 190 à 600 V, 600 à 1500 t/min 7.4 à 22 kW ± 50 %. s/plan 1.021.694.
18-6-52	Etablissements Beaupain, 105, r. de Serbie, Liège.	13E/8340	Avenant à la décision 13E/7605 du 14-1-50 : treuil électrique « Pikrose » type 1, à 2 tambours et 2 vitesses. s/plan E.H.T.S.2370
24-6-52	« La Magnéto Belge », 123, rue Marconi, Bruxelles.	13E/8353	Moteur type A.C.G.367, asynchrone, courant triphasé, rotor en court-circuit, 110 à 600 V, 750 à 3.000 t/m, 8 à 19,2 kW ± 25 %. s/plan R.M.3067.
10-7-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8377	Moteur type M.A.N.B.-4/c, asynchrone, courant triphasé, rotor en court-circuit, 110 à 550 V, 750 à 3.00 t/m, 1,47 à 4,42 kW ± 15 %. s/plan E.091.
10-7-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8378	Moteur type G.A.N.B. - 4/T.Z., asynchrone, courant triphasé, rotor en court-circuit, 110 à 550 V, 750 à 3.000 t/m, 11 à 25,8 kW ± 15 %. s/plan E.092.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
11-7-52	Société Anonyme « SEM », 42, Dock à Gand.	13E/8370	Moteur type F.S. 136.80, asynchrone, à courant triphasé, rotor en court-circuit, 2.000 V, 1480 t/m, 258 kW, construit par la Metropolitan Vickers Electrical Co de Manchester (Angleterre). s/plan A.9142.
11-7-52	Société Nouvelle Siemens, Bureau de Liège, 28, rue St-Pierre, Liège.	13E/8371	Moteur type d.UOR.59-b/4, asynchrone, courant triphasé, rotor en court-circuit, 500 V, 6,2 A, 1440 t/m, 4 kW. s/plan 126.291.
28-7-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8406	Avenant à la décision 13E/8377 du 10-7-52 : la boîte à bornes peut être disposée soit à droite, soit à gauche de l'enveloppe (suivant la vue de profil).
21-8-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8422	Moteur type u.DOR 683/4 - 16 kW. s/plan 026.320. (Avenant à la décision 13E/7589 du 15-12-49 visant un moteur du type u. DOR 673-4).
22-8-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8421	Moteur type u.DOR 1183-4 33 kW. s/plan 026.320. (Avenant à la décision 13E/7591 du 16-12-49 visant un moteur type u. DOR 774-4).
25-8-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8420	Moteur type u.DOR 783-4 - 23 kW. s/plan 026.320. (Avenant à la décision 13E/7715 du 5-7-50 visant un moteur type u.DOR 773-4).
29-8-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8429	Moteur type M. A.N.B.-4/U.Z., asynchrone triphasé, rotor en court-circuit, 110 à 550 V, 750 à 3.000 t/m, 3,7 à 8,8 kW, construit par les Ateliers CEPAC à Pont-à-Chin-lez-Tournai. s/plan 110.M.
4-11-52	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8496	Moteur asynchrone, à courant triphasé, type N.H.M. 5/69, 220 à 600 V, 750 à 3.000 t/m, 3,5 à 12 kW ± 50 %. s/plan 316.875-B.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
26-11-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8524	Le moteur faisant l'objet de l'avenant 13E/8422 du 21-8-52 à la décision 13E/7589 du 15-12-49 est du type d. UOR et non u. DOR.
26-11-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8525	Le moteur faisant l'objet de l'avenant 13E/8420 du 25-8-52 à la décision 13E/7715 du 5-7-50 est du type d.UOR et non u. DOR.
26-11-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8523	Le moteur faisant l'objet de l'avenant 13E/8421 du 22-8-52 à la décision 13E/7591 du 16-12-49 est du type d. UOR et non u. DOR.
29-11-52	« La Magnéto Belge », 123, rue Marconi, Bruxelles.	13E/8541	Dispositif d'entrée pour câble souple armé (diamètre de la gaine de caoutchouc 15 à 25 mm) pour raccordement des moteurs agréés des types A.F.G.T. et A.C.G. s/plan 3501.737.
1-12-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8540	Enveloppes types A.F.G. 814-C/2 864-C/2 et 874-C/2 pour moteurs asynchrones, courant triphasé, rotor en court-circuit, 220 à 6.600 V, 500 à 1.500 t/m, 88,3 à 405 kW \pm 50 %. s/plan 2.024.533.
9-12-52	« La Magnéto Belge », 123, rue Marconi, Bruxelles.	13E/8542	Avenant aux décisions 13E/6397 du 16-6-39 - 13E/6908 du 1-8-45 - 13E/8025 du 16-7-51 - 13E/6995 du 19-3-47 - 13E/6987 du 14-3-47 - 13E/6987 du 14-3-47 - et 13E/6475 du 29-11-39 visant les types de moteurs A.F.G.T. 67, 127, 167, 197, 267, 297, 367 et 387 : modification de détail - remplacement du flasque côté attaque par un modèle spécial sur lequel doit s'adapter un réducteur de vitesse type Sadi. s/plan 2.501.424.
17-12-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8559	Enveloppes types A.T.G. 408-C/3 - 506-C/3 - 609-C/3 et 709-C/3, pour moteurs asynchrones, courant triphasé, rotor en court-circuit, 220 à 6.600 volts, 3.000 t/m, 37 à 331 kW \pm 50 %. s/plans 1.021.877 et 3.025.434-a.
30-12-52	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8566	Moteur asynchrone, type N.H.M. 57/60, 220 à 6.600 V, 500 à 3.000 t/m, 55 à 80 kW \pm 50 %. s/plan 316.874-B.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
9-1-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8174	Avenant à la décision 13E/7819 du 5-12-50 visant le coffret-disjoncteur SE-CAR : modification arbre et volant de commande. s/plan C.5614.
9-1-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8177	Variante du poste mobile de transformation 150 kVA construit par Merlin et Gérin de Grenoble et agréé par décision 13E/7347 du 28-149. s/plan C.5613.
23-1-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8199	Avenant à la décision 13E/7789 du 18-10-50 : modification de détail du cuisseur de masse isolante CM.-10/500. s/plan E.082.
1-2-52	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, Forest.	13E/8211	Boîte de dérivation type S.119. s/plan E.1426.
13-2-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8226	Avenant à la décision 13E/7825 du 12-12-51 : remplacement du couvercle du compartiment n° 62 de l'ensemble de boîtiers S.Dg.65 ou S.K.Dg.65 par un autre couvercle repris au plan 1.161.156.
18-2-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8227	Ensemble S.2.K.Dg.65.N de coffrets (Batterie de commande et de protection pour moteurs de scraper). s/plan 1.161.081.
20-2-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8234	Cuve type M.O.2/4.S pour transformateur, tension maximum 600 V. s/plan E.084.
28-2-52	S.A. L'Electricité Industrielle Belge à Dison.	13E/8236	Coffret type C.A.100 pour appareil de mesure - utilisé soit isolément, soit assemblé au coffret de chantier type CC. S.100 agréé par décision 13E/7854 du 18-1-51 ou à tout autre appareil agréé. s/plan 440.702.
20-3-52	Ateliers de Construction E.M.D. à Dampremy.	13E/8256	Coffret pour interrupteur tripolaire 550 V, 300 A, pour moteur d'une puissance de 36,8 kW. s/plan E.M.D. 453.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
13-3-52	S.A. L'Electricité Industrielle Belge à Dison.	13E/8254	Avenant à la décision 13E/6212 du 16-5-38 : la construction du compartiment intermédiaire du disjoncteur type D.T.G. 100 A. est conforme au plan 440.807.
13-3-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8255	Transformateur au quartz, courant triphasé, type T.T.Q. - Tensions primaires : 6.600/2.150 V. Tensions secondaires : 110/220/550 V. Puissance : 20 à 25 kVA. Construction Merlin et Gérin de Grenoble. s/plan 2.350.962.
12-3-52	S.A. L'Electricité Industrielle Belge à Dison.	13E/8253	Type d'entrée pour câble souple d'un diamètre extérieur de 30 à 45 mm, suivant plan 440.748.
4-4-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8272	Cuve pour disjoncteur type O.R.M.10 6.000 V, 400 A, et transformateur d'intensité. s/plans : E.063, E.067, E.083, E.085 et E.086.
4-4-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8277	Coffret type A.B.S. pour sectionneur avec voyant pour lampe-témoin. A.B.M. pour jeu de barres. A.B.M. - 1a pour un appareil de mesure. A.B.M. - 2a pour deux appareils de mesure. s/plans 123.467 et 126.024.
4-4-52	Ateliers de Constr. E. M. D. à Dampremy.	13E/8279	Cuve pour sectionneur et disjoncteur 3.000/500 V, 200 kVA. s/plan E.M.D.760.
18-4-52	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, Forest.	13E/8284	Appareil Schwob, type R.T.R. (dispositif destiné à la mise en marche et à l'arrêt automatique des pompes de démergement).
22-4-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8300	Coffret type E.100 utilisé soit isolément, soit combiné avec des coffrets de même modèle ou avec tout autre appareil agréé. s/plan E.088.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
30-4-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8303	Coffret haute tension pour disjoncteur SOLENARC (Notice B.76) construit s/plan 4.555.024 par Merlin et Gérin de Grenoble (France). Appareil utilisé seul ou combiné avec un transformateur au quartz de type agrée.
2-5-52	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, Forest.	13E/8308	Les accessoires exécutés s/plan n° 50.100 peuvent être utilisés dans la construction des appareils électriques agréés au nom de la Sté Socomé et notamment dans le coffret type S.110 visé par la décision 13E/7482 du 21-6-49.
13-5-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8315	Boîtes à connexions haute et basse tension, s/ plans 1.160.885 et 1.160.888, pour raccordement de bornes de transformateur de sous-station mobile repris au plan 2.293.276 ou combinées avec tout autre matériel agréé.
28-5-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8324	Le boîtier (A) pour appareil de mesure les entrées de câble armé des types (B) et (C), les entrées de câble souple des types (D) et (E) réalisés par Merlin et Gérin de Grenoble s/plan C.A.5631 peuvent être utilisés avec les coffrets de chantier types Z.D.0.6. et Z.D.0.7. visés par la décision 13E/8038 du 6-8-51 ou avec tout autre matériel agréé.
11-6-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8339	Interrupteur centrifuge à rouleau, type X.D. 225.02, construit par Merlin et Gérin de Grenoble (France). s/plans C.A.5678 et vignettes E-106-A et E.106-B.
13-6-52	S.A. L'Electricité Industrielle Belge à Dison.	13E/8341	Boîtier pour assemblage des coffrets D.T.G.350 ou B.C.G.400 respectivement agréés par les décisions 13E/6212 du 16-5-38 et 13E/6607 du 7-1-41. s/plan 450.370.
14-6-52	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	13E/8342	Avenant à la décision 13E/7813 du 22-11-50 : utilisation d'entrées pour câble souple jusque 25 mm de diam. ext. s/plan M.07/E.014 dont les organes essentiels sont ceux du type d'entrée de câble armé (E.140) réalisé par Minelec de Bruxelles et visé par la décision 13E/7921 du 4-4-51.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
18-6-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8349	Transformateur à air, type T.S.160.M. G.5. tension primaire : 1000/6000 V, tension secondaire : 220/550 V, puissance continue : 160 kVA, puissance en surcharge : 250 kVA (8 h). s/plan 2.083.284.
4-7-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8369	Coffret de contrôle et de mesure d'isolement, type M.I.951, construit par Merlin et Gérin de Grenoble (France). s/plan C.5697.
8-7-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8372	Coffret type A.D.M. pour disjoncteur 200 A. s/plan 226.119.
10-7-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8376	Cuve pour transformateur triphasé, basse tension (110 à 600 V) réalisé suivant les puissances de 5 à 20 kVA en quatre variantes dénommées types SM/5 - SM/10 - SM/15 et SM/20. s/plan E.087 - E.093.
10-7-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8379	Par avenant à la décision 13E/8044 du 13-8-51, le couvercle E.118-A, pourvu des organes de commande représenté au plan E.090, peut être substitué au couvercle E.116 visé dans l'agrément précité.
11-7-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8373	Avenant à la décision 13E/8234 du 20-2-52 : le couvercle de la cuve type M.O.-2/4.S pour transformateur, peut être complété par une ou deux buselures pour traversée d'axe de commande de commutateur ou de tout autre accessoire disposé dans l'enveloppe de l'appareil, comme représenté au plan E.094.
18-7-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8380	Coffrets types V.M.A.g. pour appareil de mesure et B.B.V.g. pour 2 interrupteurs à commande par bouton-poussoir. s/plan 2.161.651. (ces coffrets peuvent être utilisés isolément, combinés entre eux ou avec tout autre matériel agréé).

III. — APPAREILS DIVERS

Date	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
28-7-52	Etablissements H.F. Destiné, 2, rue de la Vallée, Bruxelles.	13E/8410	Avenant à la décision 13/E7934 du 20-4-51 : la pièce de raccord dénommée « Adapteur coudé » réalisée s/plan P.2601 par Victor Products de Wallsend-on-Tyne (Angleterre) peut être utilisée pour la liaison d'un socket de prise de courant 100 A. du type Victor.
28-7-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8408	Avenant à la décision 13E/8303 du 30-4-1952 : coffret haute tension type S.F.751, construit par Merlin et Gérin de Grenoble (France) s/plan C.A.5694.
31-7-52	Studio-Deleuze, rue de la Station, Forchies.	13E/8407	Enveloppe pour flash-électronique réalisée par les Ateliers J. Hanrez à Monceau-s-Sambre.
1-8-52	Etablissements H.F. Destiné, 2, rue de la Vallée, Bruxelles.	13E/8412	Le socket d'extrémité dénommé « Closer Socket » réalisé s/plan Q.2597 par les Usines Victor Products de Wallsend-on-Tyne (Angleterre) peut être substitué au socket (repère P.171) du plan Q.1570 de la fiche de raccord, pour câble souple, agréée par la décision 13E/7028 du 4-8-1947.
26-8-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8418	Coffret type 1347 pour contacteur-disjoncteur, interrupteur tripolaire, interrupteur à flotteur, etc - tension alternative 500 V, intensité variant de 25 à 100 A. s/plans 1347-C et 1351-C.
20-8-52	Ateliers de Constructions Electrique de et à Charleroi.	13E/8417	Ensemble de coffrets type S.K.D.g. - 20.40.p. pour interrupteur tripolaire, contacteur-disjoncteur, jeux de barres, fusibles, etc. Tension 500 V. Intensité comprise entre 20 et 60 A. plan 1.161.172.
12-9-52	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8449	Avenant à la décision 13E/7680 du 2-5-1950 : les parois longitudinales du coffret pour contacteur tripolaire peuvent être complétées par une ou deux tubulures soudées pour traversée axe de commande manuelle. s/plan 1381-C.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
16-9-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8457	Par avenant à la décision 13E/7464 du 2-6-1949, le boîtier type E.I.G.T. peut être utilisé avec deux entrées de câble armé du modèle visé par la décision 13E/6552 du 4-4-1940.
19-9-52	S.A. Fabricom, boul. du Régent, 13, à Bruxelles.	13E/8462	Transformateurs à bain d'huile, 3.000 à 6.000/400 V. modèles 332-125 et 332-250, puissances 100/125 et 200/250 kVA. s/plan 396.
22-9-52	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, Forest.	13E/8463	Coffret type S.122 pour interrupteur, inverseur, lampe-témoin ou connexions. s/plan 50.044.
30-9-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8468	Avenant à la décision 13E/7457 du 31-5-49 : coffret basse tension type X.D. 223.31 pour disjoncteur type D.M.C., contacteurs-interrupteurs, contacteurs-disjoncteurs, 550 V. 500 A, construit par Merlin et Gérin de Grenoble (France). s/plan C.5726.
3-10-52	S. A. Electromécanique, 19, r. L. Crickx à Bruxelles.	13E/8470	Avenant aux décisions 13E/7024, 1-7-47; 13E/7213 du 3-7-48; 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 14-11-51 et 13E/8255 du 13-3-52, il peut être fait usage de plexiglas pour les regards servant à la vérification du niveau du remplissage quartzé des transformateurs visés par les décisions précitées et construits par les Etablissements Merlin et Gérin de Grenoble (France).
3-10-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8471	Avenant à la décision 13E/8300 du 22-4-52 : Placement sur le coffret E.190 du couvercle représenté au plan E.101.
3-10-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8472	Coffret haute tension type C.N.52 construit par les Etablissements Merlin et Gérin de Grenoble (France) s/plan 4.545.197.
3-10-52	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques (E.M.D.), 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	13E/8478	Coffret à 2 boutons-poussoirs. s/plan E.M.D.497.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
6-10-52	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, Forest.	13E/8469	Coffret de commande type S.123 pour sectionneur-inverseur et disjoncteur. s/plan 50.151.
6-10-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8473	Coffret type E.220. s/plan E.099.
30-10-52	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques (E.M.D.), 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	13E/8495	Coffret 3 X 380 V, 25 A. s/plan E.M.D.478.
31-10-52	S.A. L'Electricité Industrielle Belge à Dison.	13E/8494	Avenant à la décision 13E/8114 du 8-10-51 visant le coffret type D.S.R.G. 350 : utilisation de fonte au lieu d'alliage léger.
17-11-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8504	Coffrets types E.200 et E.230, le premier pour disjoncteur 200 A, transformateur, interrupteur, contacteur, lampes, appareils de mesure, contacts, relais, fusibles, le second pour boîte à masse. s/plans n° E.100 et E.105.
17-11-52	S. P. R. L. Minelec, 18 rue de Menin, Bruxelles.	13E/8507	Avenant à la décision 13E/8044 du 13-8-51 : les ouvertures non utilisées du coffret E.130 seront obturées dès la coulée.
17-11-52	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques (E.M.D.) 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	13E/8509	Avenant à la décision 13E/8256 du 20 mars 1952 : adjonction d'un manchon avec entrée pour câble armé agréés par la décision 13E/7580 du 21-11-49. s/plan E.M.D.4121.
17-11-52	S.P.R.L. Electro-Industrielle 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8505	Interrupteur à tirage type d.945, unipolaire ou bipolaire, 550 V, 25 A. s/plan 15.953. Boîte de dérivation type d.955 550 V, 60 A, pour câble armé ou câble souple, à une, deux, trois ou quatre directions. s/plan 15.952.
19-11-52	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8506	Coffret type 1358-C, 550 V, 50 A, pour interrupteur à 1, 2 ou 3 pôles, interrupteur de fin de course, relais, etc. s/plans 1358-C et 1318C/25.

III. — APPAREILS DIVERS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
20-11-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8503	Avenant à la décision 13E/7878 du 14-2-51 visant le coffret type A.T.R.i.I. - Adjonction sur une des parois latérales de la cuvette d'une bride servant à la fixation d'une entrée pour câble d'un type agréé, soit à livrer passage à un axe de commande. s/plan 326.399.
20-11-52	Hugd Wood and Co Dashwood House, Old Broad Street, 69, London. E.C. 2.	13E/8510	Interrupteurs types V.S.3., V.S.2. et H. D. construits s/plans P.H.W. 244/C et P.H.W. 259/C.
26-11-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8528	Avenant à la décision 13E/8044 du 13-8-51 : couvercle du coffret porté par des charnières venues de fonderie et disposées sur un quelconque des bords du dit coffret. s/plan E.111.
29-11-52	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8539	Avenant à la décision 13E/7680 du 2-5-50 relative à un coffret pour interrupteur de blocage (modifications de détail) - voir plan 1361-C et 1318-C/25.
8-12-52	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/8546	Par avenant aux décisions 13E/8124 du 16-10-51; 13E/8324 du 28-5-52 et 13E/8369 du 4-7-52, il peut être fait usage de plexiglas pour les voyants de boîtiers contenant des appareils de mesure (volmètre ou ampèremètre).
9-12-52	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques (E.M.D.), 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	13E/8553	Coffret pour démarrage de moteur 150CV 500 V. s/plan E.M.D.7326.
10-12-52	Constructions Electriques Schreder S. A., rue des Français, Ans.	13E/8543	Boîte de dispersion (ou à connexions) à quatre entrées de câble. s/plan 106.986/480.
10-12-52	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, Bruxelles.	13E/8555	Coffrets types E.240 et E.250. s/plans E.102 - E.114 - E.122 et E.125.
11-12-52	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques (E.M.D.), 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	13E/8554	Coffret démarreur à 2 vitesses et 2 sens de marche avec sectionneur 550 V. 50 p. 56.8 kW. s/plan E.M.D. 5114.

III. — APPAREILS DIVERS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
11-12-52	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques (E.M.D.), 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	13E/8556	Avenant à la décision 13E/7976 du 6-6-51 relative à un coffret pour démarreur à une vitesse et deux sens de marche (220/500 V, 37 kW). Modifications de détail. s/plan E.M.D. 4152.
16-12-52	S.A. SEM, 42, Dock Gand.	13E/8557	Disjoncteur-sectionneur Metrovick, type S.F.I. 1.000 V, 70 A, construit par la Metropolitan Vickers de Manchester et Sheffield (Grande-Bretagne) et modifié par la S.E.M. de Gand. s/plan n° C.40.335.
22-12-52	S.A. Electricité Industrielle Belge, Dison.	13E/8565	Avenant à la décision 13E/6607 du 7-1-41 : disposition d'un regard avec double glace sur le couvercle d'un coffret sectionneur 400 A, agréé au nom de la S.A. Electromécanique de Bruxelles. v/plan 440.936.

V. — MATERIEL D'ECLAIRAGE SUJET A DEPLACEMENT

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
4-1-52	N.V. Fabriek en Handelsbureau « Nederland » à Haarlem (Hollande).	13E/8173	Avenant à la décision 13C/5731 du 10-12-51 : suppression du scellement à la litharge des extrémités du cylindre de protection, en perspex. Nouvelle disposition figurée au plan 5655/20.
22-1-52	Société Electro-Industrielle de Luxembourg, 28, rue St-Pierre, Liège.	13E/8191	Armature de protection, type d.940 pour lampes à incandescence de 100 et 200 W, construites par la firme Göthe et Co de Mulheim (Ruhr) s/plan d.940/23.
23-1-52	N.V. Fabriek en Handelsbureau « Nederland » à Haarlem (Hollande).	13E/8192	Boîte de dérivation pour câble souple sous caoutchouc. s/plan 5.770.
6-3-52	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques (E.M.D.), 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	13E/8237	Armature pour 2 tubes fluorescents de 20 W, 110 ou 220 V. s/plan E.M.D. 421.
27-5-52	Etablissements H.F. Destiné, 73, rue de Hennin, Bruxelles.	13E/8323	Modification des connexions intérieures du coffret Midget agréé au nom de la firme Sadacs par la décision 13E/7540 du 18-10-49 et affectation de cet appareil à l'alimentation d'une installation d'éclairage sous la tension de 110 V.

V. — MATERIEL D'ECLAIRAGE SUJET A DEPLACEMENT

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
5-11-52	Dominitwerke à Hoppecke, (Allemagne).	15C/5763	Projecteur type e.L.O. destiné à l'éclairage des locomotives. s/plan 177/24.592.
27-11-52	S.A. d'Eclairage et d'Applications Electriques, boul. de la Scarpe, Arras (P.d.Calais).	15E/8530	Lampes électropneumatiques types 0.455 d.S. et 0.447 d.S. s/plan D.3873.

VI. — TELEPHONES ET SIGNALISATION

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
9-1-52	S. A. Amelco, 25, Quai de Willebroeck, à Bruxelles.	15E/8178	Coffret interrupteur type d.G.S. construit par Fünke et Hüster de Kettwig (Allemagne). s/plan 549.11.
24-1-52	S. A. Amelco, 25, Quai de Willebroeck, à Bruxelles.	15E/8201	Poste téléphonique automatique, type d.G.L. à magnéto d'appel et batterie locale, construit par Fünke et Hüster de Kettwig (Allemagne). s/plan 564/11.
18-3-52	S. A. Amelco, 25, Quai de Willebroeck, à Bruxelles.	15E/8261	Par avenant à la décision 15E/7584 du 23-11-49, le boîtier à relais exécuté s/plan n° 360 (type R.U.I.) sera dorénavant désigné par Type d.U.G.I.
22-4-52	S. A. Amelco, 25, Quai de Willebroeck, à Bruxelles.	15E/8301	Les entrées (A) avec écrou de serrage crénelé ou (B) avec écrou de serrage en 2 pièces, ergot et vis spéciale pour câble souple sous caoutchouc de 12 à 31 mm de diamètre extérieur, l'axe de traversée (C) immobilisé par rondelle-ressort, l'axe (D) de commande d'interrupteur, le bouton-poussoir (E) et le voyant (F) à simple glace, en verre ordinaire ou verre Pyrex de 70 mm. de diam. épais. 10 mm. sont réalisés par Fünke et Hüster de Kettwig (Allemagne). s/plans 360/I-a et 418-a.
20-7-52	S. A. Amelco, 25, Quai de Willebroeck, à Bruxelles.	15E/8411	Installation téléphonique sans source d'énergie électrique, construite par Fünke et Hüster de Kettwig (Allemagne). s/plans 567/I - 571/I - 572/I et 568/I.

VI. — TELEPHONES ET SIGNALISATION

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
29-7-52	S.A. Foraky, 15, place des Baricades, à Bruxelles.	15E/8409	Installation téléphonique dénommée « Interphone » réalisée par la S. A. Foraky pour la transmission de messages dans les puits en fonçage. s/schémas n° 9936 et 9937.
12-9-52	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	15E/8448	Coffret type E.S. Sch.K. 5, pour commutateurs téléphoniques tension de service 24 V, réalisé s/plan 024.880.
26-11-52	S. A. Amelco, 25, Quai de Willebroeck, à Bruxelles.	15E/8527	Avenant à la décision 15E/8126 du 18-10-51 relative au poste téléphonique type d.G.T. 32/2 : modifications de détail.
27-11-52	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	15E/8531	Boîtier type B.g. construit en 3 variantes : a) Tableau lumineux Mod. B.g.I.14. b) Boîtier avec interrupteurs à boutons-poussoirs B.g.b.p.14. c) Boîtier à manettes enclenchées B.g.m.e.6. s/plans 9.200.507 et 5.204.676.
28-11-52	S. A. Amelco, 25, Quai de Willebroeck, à Bruxelles.	15E/8529	Laryngaphone et casque téléphonique comportant chacun deux capsules électromagnétiques en série - matériel fabriqué par la firme WECO (U.S.A.) s/plan n° 75.

VIII. — LOCOMOTIVE DIESEL

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
28-11-52	S. A. Koppel - Equipement, Champs-Élysées, 114, Paris (8e).	15E/8532	Loco Diesel, type G.42, moteur Mercedes à 2 cylindres verticaux, cycle Diesel à 4 temps, 42/45 CV, construite par la firme Ruhrthaler Maschinenfabrik à Mülheim (Ruhr) s/plans A.Z.770 - 21.568.a - 22.756 - A.Z.816.a - 22.755 - 21.567.a et 21.570.a.

IX. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
17-1-52	Cie Auxiliaire des Mines, 26, rue E. Van Ophem, à Uccle-Calevoet.	13C/5736	Lampe chapeau type M.2.a.A.M. constituée d'organes provenant de deux lampes déjà agréées soit : 1) l'accumulateur de la lampe Dominitt, visée par la décision 13E/7924 du 10-4-51. 2) le projecteur de la lampe de la Cie Auxiliaire des Mines visé par la décision 13C/5730 du 17-11-51.
23-1-52	Thomas A. Edison Ltd New Edinburgh Road, Glasgow E. 2. (Angleterre).	13E/8200	Lampe chapeau du type K.I. - P.M.X.17 accumulateur 3 éléments fer-nickel 3,75 V, capacité 10 A/h, ampoule de 3,65 V, 1,15 A. s/plans C.7369 et C.8102.
26-2-52	Société Belge d'Applications Electriques, rue de la Limite, La Bouverie.	13C/5740	Lampe électrique au chapeau type N.C. 12.A.M. (variante du type N.C.12.A. agréé par la décision 13C/5628 du 2-6-41). s/plan 452.
26-8-52	S.A. Les Ateliers Mécaniques à Morlanwelz-Hayettes.	13C/5753	Placement du projecteur de la lampe ELAU.L.C.10 (décision 13C/5653 du 14-2-50) sur les lampes Concordia S.C. L/3.M. (décisions 13C/5585 du 20-4-46 et 13C/5613 du 6-1-47) et S.M.L./51.B. (décisions 13C/5701 du 6-6-51 et 13C/5725 du 18-9-51).
3-10-52	S.A. Les Ateliers Mécaniques à Morlanwelz-Hayettes.	13E/5754	Lampe électrique au chapeau, à accumulateur au plomb (2 éléments) 8,5 A/h type S.M.L./52.B., construite par la firme Concordia Elektrizitäts Aktiengesellschaft de Dortmund (Allemagne) s/plan 975-L.
3-10-52	S.A. Les Ateliers Mécaniques à Morlanwelz-Hayettes.	13C/5755	Lampe électrique au chapeau, à accumulateur alcalin (3 éléments) 11 A/h, type S.M.L./52.C. construit par la firme Concordia Elektrizitäts Aktiengesellschaft de Dortmund (Allemagne) s/plan 974-L.
10-10-52	S.A. d'Eclairage des Mines et d'Outillage Industriel à Loncin.	13C/5758	Avenant à la décision 13C/5059 du 30-1-28 relative au type de lampe 522, à accumulateur alcalin Frieman et Wolf : fermeture de l'accumulateur par une plaque d'acier avec traversées isolées (primitivement, cette plaque était en ébène).

IX. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
10-12-52	Société Belge d'Applications Electriques, rue de la Limite, La Bouverie.	13C/5768	Lampe électrique portable, du type dit « au chapeau » C.B.8., acc. au plomb, cap. 9 A/h, projecteur à 2 ampoules consommant respectivement 0,8 et 0,46 A. s/plan n° 200.

XII. — EXPLOSEUR

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
12-9-52	Imperial Chemical Industries, Ltd, 60, rue Ravenstein, Bruxelles.	13E/8450	Exploseur type « Little Demon », à magnéto à induit mobile - appareil de sécurité intrinsèque - construit par les usines Marston Excelsior de l'Imperial Chemical Industries à Forderhouse-Wolverhampton (Angleterre). s/plan A.845.

XIII. — OHMMETRE

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
8-1-52	Anciens Etablissements V. Duquesne A.E.V.D., 220, av. Louise, Bruxelles.	13E/8166	Ohmmètre du type « Megger série 2 » à magnéto, 100 V, construit par Evershed et Vignoles de Londres. s/plan R.D. 905.B.

XVI. — DIVERS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision ministérielle	Observations
9-5-52	S.A. Distrigaz, 32, rue Marie de Bourgogne, Bruxelles.	13E/8313	Appareil type 8" F.A. de la firme américaine O.C.E.C.O., appelé « Flame Arrestor » utilisé comme coupe-flammes dans les installations souterraines de dégazage. plan 10/156.
17-12-52	Société Anonyme Carideng à Lanaeken.	13G/8191	Tuyau de caoutchouc, réalisé aux diamètres de 19,5/32 mm, de sécurité quant à l'écoulement au sol des charges d'électricité statique.

La 5^e Foire Internationale de Liège

(25 avril - 10 mai 1953)

SECTION MINES

COMPTE RENDU par INICHAR

Cette année, le matériel lourd est peu abondant à l'exposition et le matériel d'abatage fait complètement défaut.

Le présent compte rendu s'attardera donc quelque peu au petit matériel et aux accessoires (éclairage, appareillage électrique, sécurité). Quoique certains matériels soient déjà connus, nous en reprendrons ici la description afin de donner une vue d'ensemble, aussi complète que possible en ce qui concerne le matériel minier, de l'exposition de 1953.

I. — FORAGE.

Foreuse Hausherr-Albo.

La foreuse à air comprimé Albo (fig. 1), construite par la firme Hausherr, permet à volonté la foration « rotative » ou « vibro-percutante ». Elle pèse 80 kg, se monte sur tous les types de chariots de forage Hausherr et est interchangeable avec la foreuse Hausherr DK7^E classique. Le mécanisme d'avancement des deux machines est d'ailleurs identique : moteur à air comprimé placé à l'extrémité avant de la glissière d'avancement (f) et actionnant une vis sans fin (e). L'équipage mobile comprend le système de rotation (b), composé de trois petits moteurs placés autour de la barre de forage et occupant moins de place qu'un moteur unique, et le système de percussion (a) à double piston.

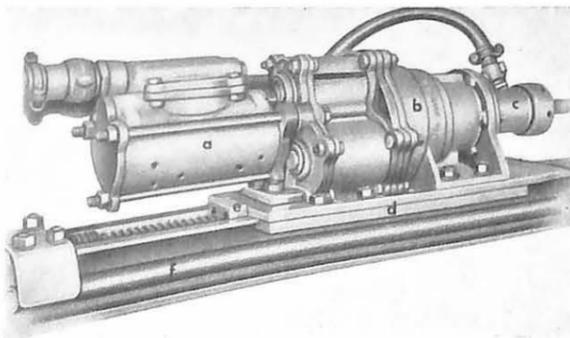


Fig. 1. — Foreuse Albo.

d'une conception tout à fait nouvelle, placé à l'arrière de la machine et capable d'appliquer 5000 coups par minute à la tige de forage. Il est complètement indépendant du système de rotation. La force de frappe est analogue à celle du marteau-perforateur de 20 kg.

En terrain tendre, la machine fonctionne en foreuse rotative. En terrains durs, on change le taillant et on passe à la foration roto-percutante qui permet des avancements au moins 5 fois plus rapides que la foration percutante simple, avec une usure beaucoup plus faible des taillants. La poussée exercée sur le fleuret se règle facilement. Elle varie normalement entre 0,75 et 1,5 t. La tige tourne à une vitesse de 160 t/min. La machine peut être équipée pour le travail à sec ou avec injection d'eau (manchon c).

La foreuse Albo est donc un engin capable simultanément de réaliser les avancements rapides de la foration rotative en roches tendres et de s'adapter instantanément à la foration des roches les plus dures, en maintenant dans celles-ci une vitesse très supérieure aux prestations habituelles.

II. — SOUTÈNEMENT (1).

A. Etauçons.

La firme Eisenwerk Wanheim présente toute une gamme d'étauçons à surfaces de frottement multiples et un étauçon hydraulique.

Etauçons à lamelles.

L'étauçon à lamelles pour semi-dressants (modèle LW 52 h) a un fût supérieur cylindrique (fig. 2). De part et d'autre de ce cylindre s'allongent les deux brins d'une lame d'acier (lamelles), qui coulisent solidairement avec lui. Dans la serrure, des pièces de frottement fixes s'appliquent sur les deux faces du fût cylindrique, et sur les faces intérieures et extérieures de la lame d'acier.

(1) Voir AMB juillet 1952, p. 526 et février 1951, p. 49 : Le soutènement métallique en taille.

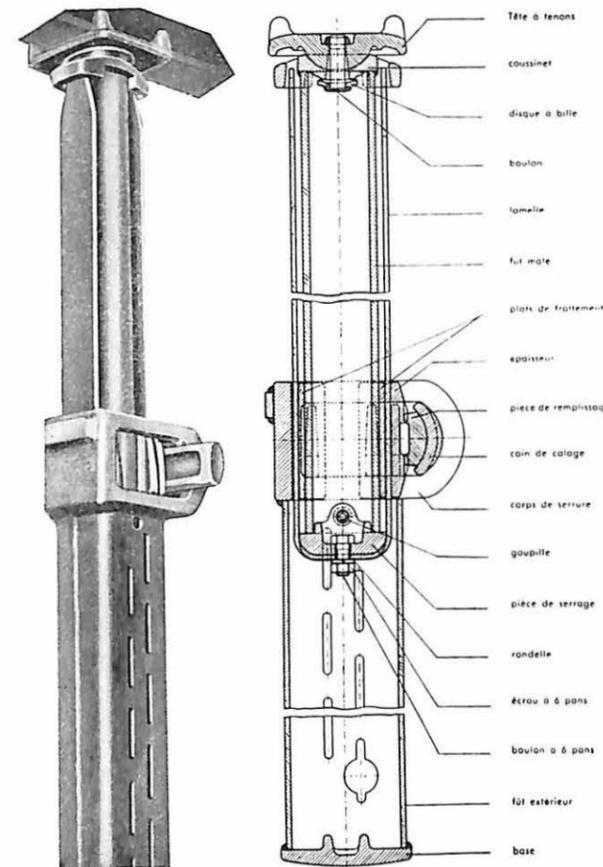


Fig. 2. — Etauçon Wanheim pour semi-dressants.

Le nombre des surfaces de frottement passe ainsi de 2 à 6, et la force transversale à appliquer pour équilibrer la charge de l'étauçon est réduite au tiers : il est donc possible d'alléger considérablement la serrure, ce qui a son importance dans les gisements

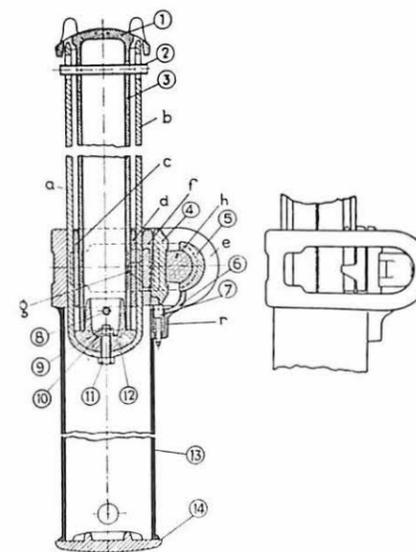


Fig. 3. — Etauçon Wanheim pour plateaus.

à fort pendage. L'étauçon coulisse sous une charge constante de 25 tonnes.

L'étauçon à lamelles pour plateaus (fig. 5) est construit suivant le même principe, mais il est plus lourd et établi pour des charges de coulisement plus élevées. On a de plus incorporé dans la serrure un coin (f) entraîné par le coulisement du fût supérieur (5) et assurant le serrage automatique de la serrure indépendamment de la force exercée sur la clavette (h). Enfin, une légère conicité du fût supérieur donne à l'étauçon une caractéristique montante.

Etauçon à quatre surfaces.

L'étauçon dit « à quatre surfaces » (fig. 4) a un fût supérieur double composé de deux fers U dont les creux se font face, mais qui sont indépendants l'un de l'autre et ne sont reliés qu'à leurs deux extrémités par des plaques articulées. Les deux fers

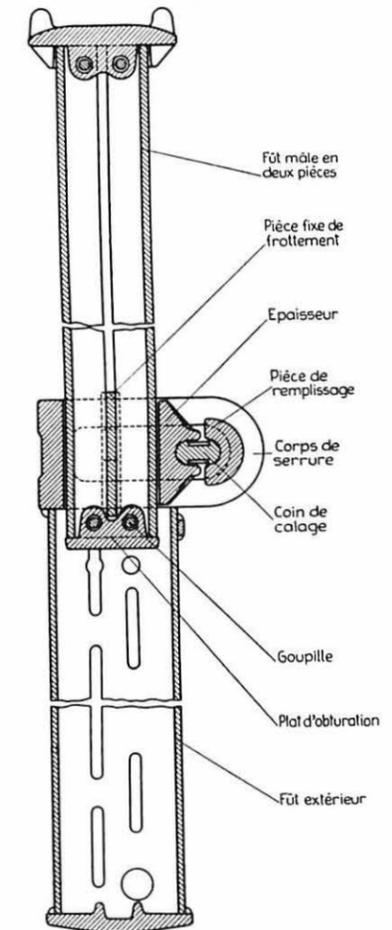


Fig. 4. — Etauçon Wanheim à quatre surfaces.

U peuvent donc coulisser de quelques mm l'un par rapport à l'autre, ce qui permet à la tête de l'étauçon de pivoter légèrement pour bien coller au toit et pour répartir correctement la charge sur les deux moitiés du fût. Les surfaces de frottement sont constituées par le dos (l'âme) des fers U et les ex-

trémities de leurs ailes. Celles-ci sont usinées de façon à donner au fût la conicité souhaitée.

Étançon hydraulique.

L'étançon hydraulique Wanheim (fig. 5) est prévu pour une charge de 40 tonnes. Il se met en place au moyen d'air comprimé qui refoule l'huile dans le fût inférieur sous le piston fermant la base du fût supérieur. En même temps la pression de l'air comprimé applique l'étançon au toit. Le serrage est

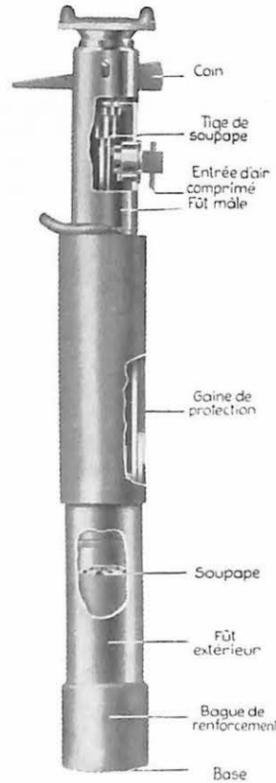


Fig. 5. — Étançon Wanheim hydraulique.

achevé au moyen d'un coin incorporé dans la tête de l'étançon. L'étançon atteint sa charge maximum après un affaissement de 10 mm environ (compression élastique de l'acier et de l'huile). Il coulisse ensuite sous charge constante, une soupape d'échappement réglable laissant l'huile repasser dans le fût supérieur sous une pression déterminée. Le déferrage

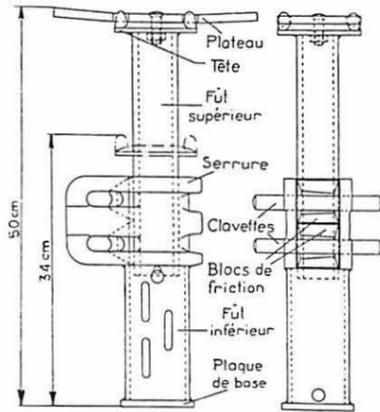


Fig. 6. — Étançon Schmidt à double clavette.

est provoqué par la rotation d'une clé qui s'adapte sur le fût supérieur et permet de régler la vitesse d'affaissement en agissant sur la soupape d'échappement.

Étançon à double clavette.

L'étançon Schmidt, à double clavette, figurait également à l'exposition (Ets Beaupain) (fig. 6). Il s'exécute en différentes tailles et convient aux ouvertures les plus faibles (modèle de 55 cm).

B. Bêles.

Bêles Vanwersch.

Les bêles Vanwersch occupent une place importante au stand Eisenwerk Wanheim. Les bêles d'acier s'exécutent toujours en construction réversible, les bêles d'aluminium en construction dissymétrique. Les bêles des modèles courants : 47 K, 49 K et 50 T sont bien connues. Le tableau ci-joint rappelle leurs caractéristiques.

Un nouveau modèle, le 52 K, est venu compléter cette série (fig. 7). Il a un profil en caisson. Un trou unique remplace les deux trous correspondant au



Fig. 7. — Béle Vanwersch 52 K.

Bêles Vanwersch.

Modèle	Matériau	Section	Hauteur	Résistance à la flexion		Poids de la béle de 1 m
				Section	Serrure	
50 T	Acier St C 6061	Double T	70 mm	3000 mkg	1000 mkg	27,6 kg
49 K	Acier SM 50.11	Caisson	80 mm	3000 mkg	1000 mkg	30,3 kg
52 K	Ac. de constr. 52	Caisson	96 mm	4500 mkg	2000 mkg	40,5 kg
—	Id. trempé	Caisson	96 mm	6000 mkg	3000 mkg	40,5 kg
47 K	Acier SM 50.11	Caisson	114 mm	6500 mkg	3800 mkg	45,4 kg
48	Duralumin	Double T	120 mm	5400 mkg	5400 mkg	21 kg

logement de la clavette pour les deux positions symétriques de la béle, et la clavette, comme l'axe d'assemblage, est fixée à demeure dans son logement où, grâce à sa forme spéciale, elle peut prendre toutes les positions. On élimine donc la chaîne de fixation et les risques de perte. Cette béle s'exécute également en acier trempé. Les longueurs varient de 800 à 1250 mm et le poids de 34,7 à 47,7 kg.

Les bêles d'aluminium, modèle 48, n'ont pas été modifiées.

Bêles Groetschel.

Les bêles Groetschel ont subi de nombreux perfectionnements. Il existe trois sections en caisson (K110 — K100 — K70) et une section double T (T70) (voir tableau). Le logement de la clavette (i)

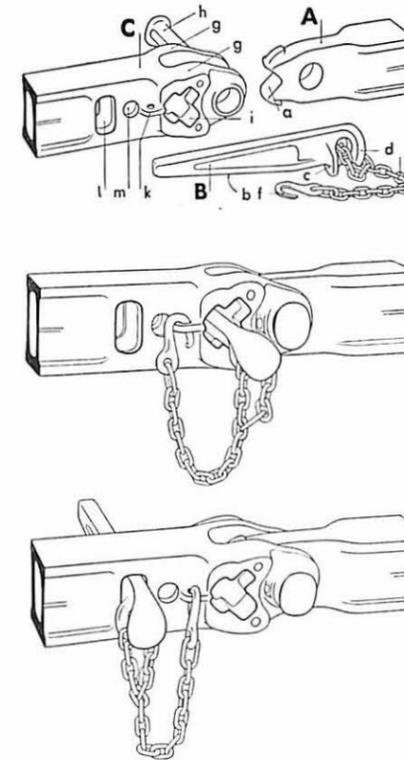


Fig. 8. — Béle Groetschel Mod. 55.

a une forme en croix (fig. 8) : le même espace est donc utilisé pour les deux positions symétriques de la cale. Un trou supplémentaire (l) a été prévu pour y remettre la clavette quand l'articulation doit

être libérée. Un autre trou encore (m) permet de fixer une chaîne passante à la béle pour y attacher la clavette d'une façon permanente. Si, par contre, la même clavette doit servir pour plusieurs bêles, un crochet solidaire de la chaîne est simplement passé dans un œillet latéral (k) venu de forge.

Sur la clavette elle-même, on a prévu des épaulements (c-d) protégeant la fixation de la chaîne contre les coups de marteaux.

Les surfaces d'appui (a-b) de la serrure et de la clavette ont été augmentées et les joues de la fourche ont été renforcées (g).

A côté de la béle Groetschel en acier laminé et estampé de construction allemande, les établissements Léopold Dehez présentent une béle Groetschel de construction belge, en acier moulé et traité, non symétrique, de résistance équivalente et moins chère.

C. Piles.

Signalons encore la « Mécapile » au stand de la Société Belge de Mécanisation. Cette pile déplaçable, construite en tôles solides, est surmontée de deux coins placés sur une surface de glissement en V (fig. 9). Les coins sont maintenus écartés par un morceau de bois. Lorsqu'on enlève celui-ci, les coins glissent vers le fond du V, réalisant un dispositif d'effondrement simple et efficace.

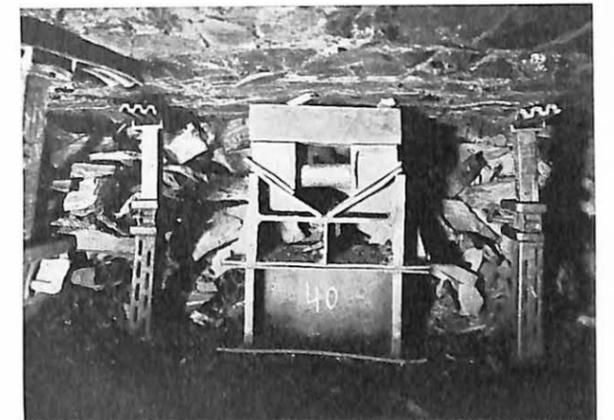


Fig. 9. — Mécapile.

D. Cadres.

Enfin, les Etablissements Beaupain exposent les cadres Cockerill (Toussaint Heintzmann) de 29 kg au m et une presse hydraulique Dowty de 25 t per-

Bêles Groetschel.

Modèle	Section	Hauteur	Moment résistant		Poids de la béle de 1 m
			Wx	Wy	
T 70	Double T	73 mm	60 cm ³	29 cm ³	25,5 kg
K 70	Caisson	72 mm	65 cm ³	59 cm ³	29,5 kg
K 100	Caisson	100 mm	95 cm ³	60 cm ³	35,5 kg
K 110	Caisson	110 mm	118 cm ³	65 cm ³	39,0 kg

mettant de reconformer au chantier même les plates-bêles en acier ondulé (genre Ougrée).

III. — TRANSPORT.

A. Bandes transporteuses.

Des bandes transporteuses sont exposées par les Etablissements Sacic-Pirelli, Minguet, Beer, Laroche-Lechat et Englebert.

Englebert a mis au point une courroie incombustible, réduisant donc fortement le risque d'incendies de convoyeurs au fond.

La Société Belge de Mécanisation expose une tête motrice à tambour magnétique équipé d'aimants permanents. Ce tambour élimine les petites ferrailles sans exiger une alimentation en courant continu. Il peut donc éventuellement être facilement installé au fond.

Les Ateliers F. Brasseur de Valenciennes (représentés pour Benelux par les Ets Berry) montrent une petite tête motrice pour bandes de 660 mm de largeur et 1,40 m/sec de vitesse. Le rouleau principal est garni de caoutchouc. Un rouleau de contrainte donne un arc de contact de 270° et des racloirs de caoutchouc nettoient le rouleau de contrainte et le brin inférieur de la bande. Cette tête motrice est entraînée par un moteur à air comprimé à cinq cylindres en étoile, que l'on peut remplacer par un moteur électrique à bride. Elle existe en plusieurs types.

Type	TBo	TB1
Largeur de la bande	500 mm	660 mm
Diamètre du tambour	200	350
Largeur hors tout	900	1350
Longueur	480	555
Hauteur	420	555
Poids total (avec moteur)	240 kg	400 kg
Puissance du moteur	7 CV	15 CV

Dispositifs de protection (2).

Différentes firmes exposent des « surveilleurs de courroies », qui contrôlent le glissement suivant des principes bien divers, basés tous sur la mesure de la vitesse d'un rouleau ou d'un galet entraîné par la courroie.

Le rouleau Merlin-Gérin bien connu contient un interrupteur centrifuge.

Le dispositif de la Société Alsacienne d'Installations Techniques (SAIT) est constitué par un petit moteur-couple : un aimant entraîné par la courroie tourne à l'intérieur d'un stator qui peut basculer autour de son axe. A partir d'une certaine vitesse, le moment créé par induction devient suffisant pour faire pivoter le stator et couper un circuit pilote.

Le dispositif de l'AEG (représentée par GELEC) est analogue, mais le couple est transmis aérodynamiquement, et non électromagnétiquement, à l'interrupteur. C'est un rotor de ventilateur qui entraîne un carter pourvu d'ailettes quand la vitesse devient suffisante.

(2) Voir Bulet Inchar n° 34.

Enfin, le système de la N.V. Nederland est encore différent : un relais à temps, actionné par un moteur de Ferraris, tourne synchroniquement avec le moteur de la tête motrice. Un rouleau solidaire de la courroie coupe un circuit de contrôle à intervalles de temps déterminés et ramène le relais à zéro à chaque coupure. Si la courroie glisse, les coupures s'espacent, le relais arrive à bout de course et déclenche le courant.

Bande portée sur une chaîne.

Le convoyeur Hörstermann (3), qui apporte une solution aux problèmes des incendies de convoyeurs et de la conservation des bandes transporteuses, est exposé par les Etablissements Beaupain.

Dans cette formule, la bande transporteuse en caoutchouc est portée par une chaîne genre Galle qui sert également à la transmission de la force de traction (fig. 10). La bande repose sur des plaquettes soudées aux maillons de la chaîne et sur les rouleaux extérieurs qui lui donnent sa forme en auge. Elle ne subit que la traction nécessaire pour l'empêcher de fléchir trop profondément entre les rouleaux. La chaîne est guidée par des galets cen-

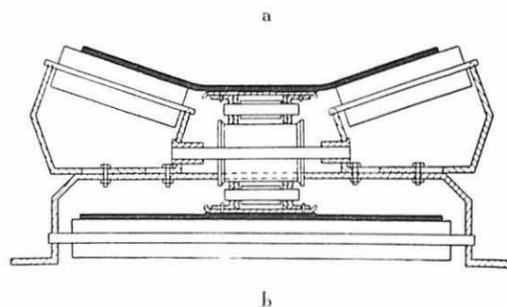
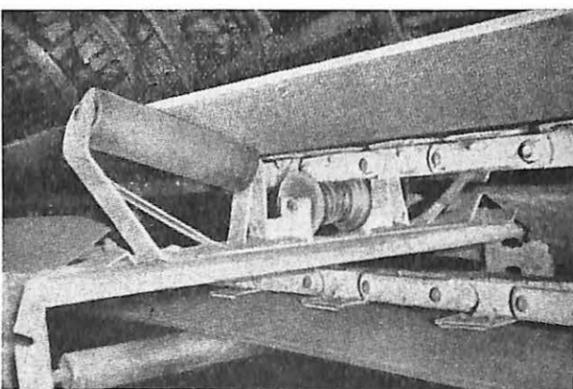


Fig. 10. — Convoyeur Hörstermann.

traux à gorge. Elle passe, à la tête motrice et à la station de retour, sur des pignons dentés, tandis que la courroie passe sur des tambours lisses, situés à une distance réglable des précédents : la tension de la courroie se règle tout à fait indépendamment de celle de la chaîne.

(3) Voir Bulet Inchar n° 35.

Dans le cas d'une voie de taille, la station retour de la courroie peut être avancée tous les jours, tandis que celle de la chaîne progresse par bonds de 25 à 50 m. La tête motrice a une largeur de 1,50 m pour une courroie de 800 mm.

Outre son avantage au point de vue incendies (élimination du glissement de la courroie sur les tambours), ce système permet d'utiliser des courroies usées ou moins résistantes, indépendamment de la longueur à couvrir, et de transporter du matériel dans les deux sens sans risques de dégâts.

Enfin, le mouvement plus doux de la bande, qui est mieux soutenue que dans le système à rouleaux classique, secoue moins le produit transporté : on peut donc escompter une diminution des chutes de blocs et de poussier le long du convoyeur, et transporter plus de charbon par mètre de courroie. Vingt et un convoyeurs de ce type sont en service dans la Ruhr.

La puissance nécessaire est moindre que pour les bandes ordinaires. La puissance absorbée à vide par le convoyeur est proportionnelle à sa longueur et à la vitesse de la bande; elle vaut 28 CV pour un convoyeur de 1000 m et une vitesse de 1 m/sec.

La puissance supplémentaire due à la charge est proportionnelle à la longueur du convoyeur et à la quantité transportée. Il faut compter 0,15 CV par tonne kilomètre/heure pour un transport horizontal.

Pour transporter 200 t/h sur une longueur de 800 m à la vitesse de 1,5 m/sec, il faut donc une tête motrice de :

$$(28 \times 1,5 + 0,15 \times 200) \times \frac{800}{1000} = 50 \text{ CV}$$

La tête motrice WHM 520 F à un moteur peut donc assurer ce service. Pour des prestations plus élevées, il faudra monter un moteur de chaque côté du tambour moteur. Comme une même bande peut être montée sur plusieurs chaînes en tandem, et qu'on peut insérer plusieurs têtes motrices sur chaque chaîne, la longueur totale est pratiquement illimitée.

B. Scrapers (4).

La Société française PIC, représentée par la Société Belge de Mécanisation, expose toute une gamme de treuils avec embrayage à planétaires, à un, deux ou trois tambours, ainsi que des scrapers et des poulies à chape ouvrante couvrant toutes les applications des scrapers : transport de minerais, mise et reprise à stock, remblayage, etc...

Ces treuils varient en puissance de 4,2 à 166 CV et exercent un effort de traction de 500 à 10.000 kg, avec une vitesse de câble variant de 0,50 à 2 m par seconde.

Ils peuvent être commandés par un moteur électrique, à air comprimé, à huile lourde, à essence, etc. Le moteur est placé sur un socle en acier prolongeant le bâti du treuil. Treuil et moteur forment un ensemble monobloc se montant sans réglage précis et se déplaçant d'une pièce.

(4) Voir Bulet Inchar n° 56 et 58.

Les ateliers F. Brasseur également construisent des équipements de raclage.

C. Roulage.

Berlines.

Les fabricants de berlines de mines sont représentés par les Etablissements André et Yernaux de Courcelles, qui réalisent la caisse de la berline en acier Belcorten résistant à la corrosion. Ils exposent une berline dont les parois avant et arrière se rabattent, ce qui transforme instantanément la berline en truck à bois, et permet par conséquent de réduire le parc de matériel roulant. Ils ont étudié également des berlines avec roulements à rouleaux et butées à billes, des berlines de 2250 l avec butoirs élastiques, des attelages spéciaux résistant à 50 tonnes (acier normalisé) ou même 45 tonnes (acier traité), et enfin des roues élastiques dans lesquelles deux couronnes de caoutchouc sont insérées entre le moyeu et la jante.

La Société Belge de Mécanisation (PIC) expose d'autre part une machine à nettoyer les berlines, comportant essentiellement un bras muni d'une brosse métallique et directement accouplé à un moteur électrique de 2 CV tournant à 1400 t/min.

Le bras est monté sur un châssis roulant et peut être actionné dans tous les sens sous un angle de 140°. Il peut également être accroché à un chemin de roulement aérien (fig. 11).

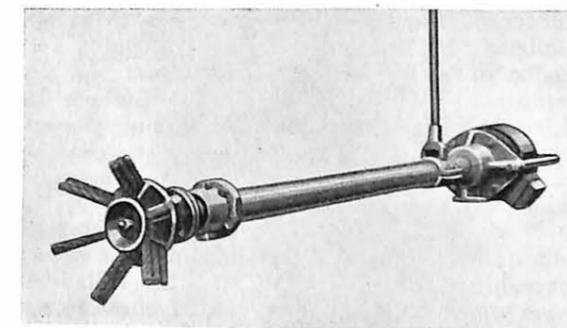


Fig. 11. — Machine PIC à nettoyer les berlines.

La PIC a également étudié le nettoyage des berlines par jet d'eau sous forte pression, et réalisé pour cette application des culbuteurs fort ingénieux exposant dans un mouvement continu toutes les berlines successivement au jet d'eau et assurant un égouttage efficace.

Locomotives.

En traction souterraine, les Etablissements Berry montrent une locomotive Diesel de 15 CV munie d'un accouplement hydraulique (fig. 12). Cette locomotive a 1,40 m de hauteur, 1,85 m de longueur hors tout et 0,750 m de largeur pour une voie de 470 à 620 mm. Elle aurait 0,850 m de largeur pour une voie de 700 mm. Pour l'engagement, la longueur peut être réduite à 1,50 m. Elle fait 8 km/h et exerce au crochet un effort de 375 kg.

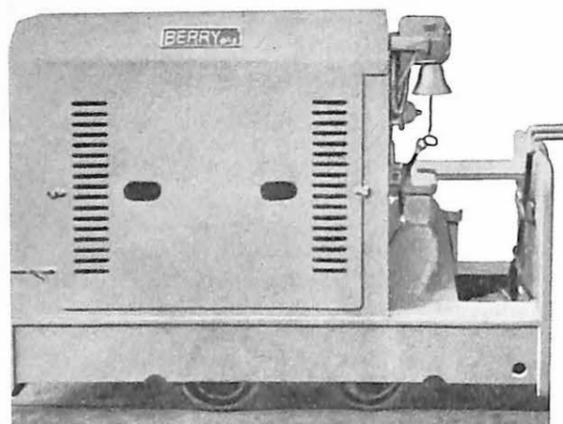


Fig. 12. — Loco Diesel Berry de 15 CV.

Berry construit des locomotives Diesel de 7 à 150 CV, les modèles puissants étant de construction surbaissée.

Trolleyphone.

Le trolleyphone Lepaute, présenté par la firme Reno-Lepaute, assure la liaison entre un poste central de dispatching et les locomotives à trolley arrêtées ou circulant dans la mine. La transmission est réalisée par courants porteurs avec modulation de fréquence, et est donc pratiquement exempte de parasites, même s'il se produit des étincelles au contact du trolley. Un nombre quelconque de trolleyphones peuvent être employés dans la même installation. La portée des émissions atteint 6 km. Chaque appareil fonctionne en émetteur ou en récepteur alternativement. Il est alimenté par la tension du trolley (250 à 600 V continu) et peut même être construit pour fonctionner sur courant alternatif. Il consomme environ 1 A. L'appareil proprement dit a un encombrement de 250 × 110 × 415 mm (fig. 15), et la boîte de résistances destinée à abaisser la tension de la ligne à une valeur convenable pour le chauffage des filaments des lampes occupe 90 × 188 × 465 mm. L'entretien est facile et se borne au remplacement des lampes, qui sont d'un type courant. L'appareil est muni d'amor-

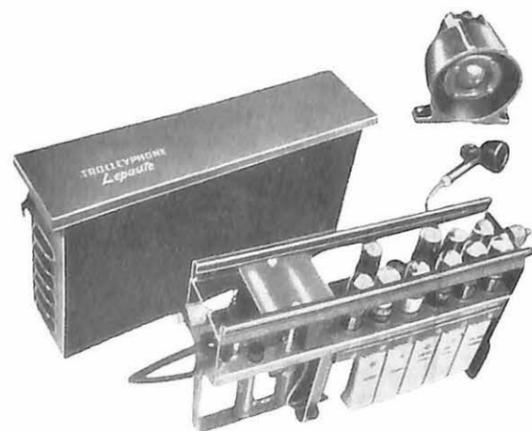


Fig. 15. — Trolleyphone Lepaute.

tisseurs en caoutchouc qui le rendent pratiquement insensible aux chocs.

Le trolleyphone peut être installé partout où il y a un trolley. Là où il n'y en a pas (loco Diesel), le trolley peut être remplacé par une ligne tirée au-dessus des voies. La transmission est assurée par cette ligne sans qu'il y ait contact matériel, au moyen d'un cadre assurant le couplage entre trolleyphone et ligne.

IV. — AERAGE. — GRISOMETRIE. ECLAIRAGE ET POMPES.

Anémomètre.

Le bureau technique J. Wintgens présente un lot d'appareils pour mesures d'aéragé, de fabrication Fuess (Berlin). Signalons en particulier un anémomètre automatique à mouvement d'horlogerie incorporé (fig. 14). La roue à ailettes, en alliage léger, est estampée d'une seule pièce. Le compteur se trouve au centre, permettant un écoulement symétrique de l'air à travers la roue. Un embrayage automatique est intercalé entre la roue à ailettes et le compteur.

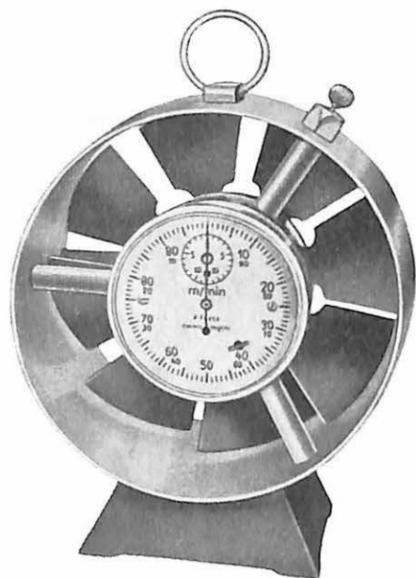


Fig. 14. — Anémomètre automatique Fuess.

Un bouton latéral permet de remonter le mouvement d'horlogerie contenu dans l'appareil. Un remontage suffit pour 25 mesures. Une pression sur le même bouton provoque la mise en marche du mouvement d'horlogerie. Après 30 secondes, celui-ci embraye le compteur, après avoir donc laissé à l'opérateur un temps suffisant pour fixer l'appareil et se retirer. Le compteur est débrayé automatiquement 60 secondes exactement après l'embrayage, et le chronomètre s'arrête de lui-même une dizaine de secondes après le compteur.

La vitesse du courant d'air se lit directement au moyen de deux aiguilles, indiquant l'une les mètres

par minute, l'autre les centaines de mètres. Une courbe d'étalonnage est livrée avec l'instrument. Les deux aiguilles sont remises à zéro par une nouvelle pression sur le bouton. L'appareil mesure les vitesses comprises entre 0,2 et 20 m/sec (12 — 1200 m/min).

L'anémomètre peut être monté directement sur une conduite de 120 mm de diamètre. Il pèse 0,7 kg et mesure 122 mm de diamètre extérieur.

Ventilateurs secondaires.

Citons au passage les ventilateurs pour aéragé secondaire Berry de 0,5 à 8 CV, développant des pressions de 30 à 170 mm d'eau et des débits de 0,5 à 5,5 m³/sec, et Meco (représenté par Beaupain) de 5 CV, à débit réglable par une vanne incorporée (300 mm Ø).

Grisomètres.

Dans le domaine de la détection du grisou, la Compagnie Auxiliaire des Mines présente les grisomètres Léon-Cerchar et Ringrose.

Le premier est basé sur l'échauffement supplémentaire que subit un fil de platine incandescent par suite de la combustion du méthane qui l'entoure. L'augmentation de température du filament provoque une variation de résistance électrique, qui est mesurée par comparaison avec un filament témoin, placé dans de l'air pur, au moyen d'un montage en pont de Wheatstone. L'appareil, de forme parallélépipédique, se porte sur la poitrine (fig. 15).

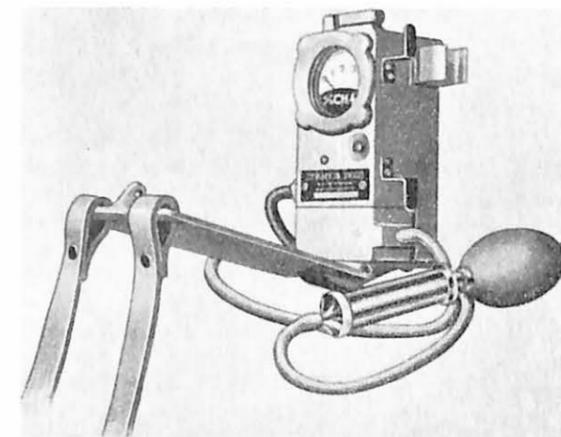


Fig. 15. — Grisomètre Léon-Cerchar.

Il est alimenté par la batterie de la lampe à chapeau de l'opérateur. Un potentiomètre permet d'ajuster le zéro, et, dans les nouveaux appareils, un montage spécial permet de brancher le galvanomètre en voltmètre pour ajuster, lors de l'utilisation au fond, la tension de la batterie. Le gaz à analyser est amené à l'appareil au moyen d'une poire et d'un tube en caoutchouc, ce qui permet de faire des prélèvements en tout point de la section de la galerie et même dans les anfractuosités. Une mesure dure une quinzaine de secondes et l'appareil est gra-

dué directement de 0 à 4 % de méthane. Il donne une précision de 0,1 %.

Les appareils Ringrose (5) sont basés sur un autre principe : un filament incandescent est placé dans un récipient poreux (porcelaine non glacée), dans lequel les gaz entrent et sortent par diffusion. Le méthane contenu dans l'air est brûlé au contact

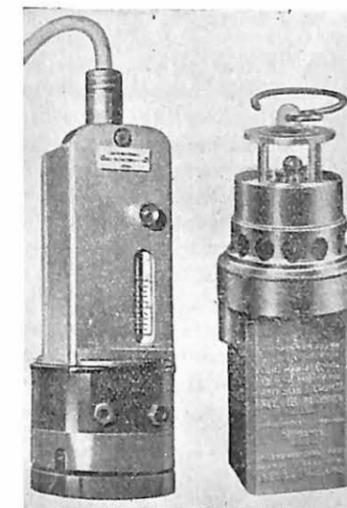


Fig. 16. — Méthanomètre Ringrose à lecture directe et détecteur automatique.

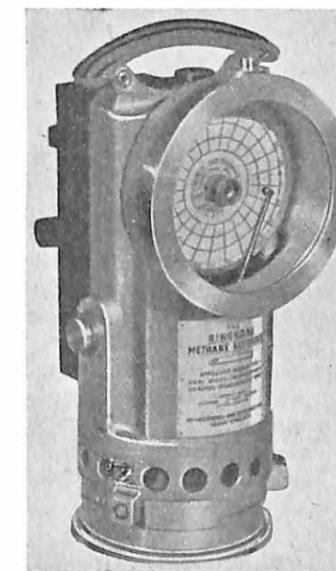


Fig. 17. — Enregistreur de grisou Ringrose.

du filament. L'eau formée par la combustion se condense. Il en résulte une diminution de volume et un déséquilibre entre les quantités de gaz entrant et sortant dans le vase poreux. Un manomètre ou un diaphragme en communication avec celui-ci per-

(5) Voir Annales des Mines de Belgique, mars 1952, p. 225-224.

mettent de lire le pourcentage de CH_4 ou de déclencher un système d'alarme en fonction de la dépression créée dans le vase.

Sur ce principe ont été construits un méthanomètre à lecture directe (fig. 16), un méthanomètre enregistreur (24 heures) (fig. 17) et un détecteur de grisou automatique (fig. 16) dont l'ampoule rouge s'allume lorsque le pourcentage de méthane dépasse 1,25 %.

Lampes à chapeau.

À côté des lampes à chapeau Oldham, bien connues, la Compagnie Auxiliaire des Mines présente la lampe A.M. 5B de construction française. Cette lampe est alimentée par une batterie à trois éléments alcalins Cd — Ni de 5,75 V et 10 Ah. Elle est prévue pour le self-service : la batterie s'encastre dans le banc de chargement et le courant de charge passe par un bossage placé sur le boîtier, de sorte que le câble souple reliant la lampe à la batterie reste hors circuit. Trois clapets permettent aux gaz formés de s'échapper librement pendant la charge. Celle-ci n'est possible qu'après avoir tourné de 90° une manette se trouvant sur le banc et verrouil-

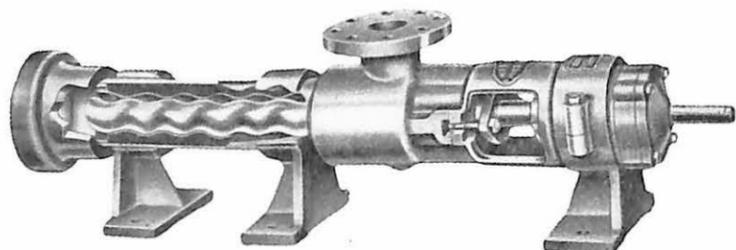


Fig. 18. — Pompe Mono.

lant la batterie dans son emplacement. Une rotation inverse de la manette coupe le courant, libère la batterie et assure la fermeture hermétique des clapets. Un transformateur commun alimente les bancs de chargement de 8, 17, 25 ou 50 lampes, mais une cellule redresseuse indépendante est prévue pour chaque batterie. Deux voyants, rouge et vert, indiquent l'un que la charge a commencé, l'autre que la batterie a atteint sa force électrotrique maximum. La charge dure 15 1/2 heures. Il faut refaire le niveau de l'électrolyte tous les quinze jours (12 charges et décharges).

Eclairage collectif.

La Compagnie Auxiliaire des Mines (Lille — Uccle), la firme Nederland (Haarlem), les A.C. E.C., la S.A.I.T. et la S.A. d'Éclairage de Mines et d'Outillage Industriel (Loncin) présentent tout un choix de lampes électriques ou électropneumatiques à incandescence ou à fluorescence, pour éclairage fixe.

La mise au point de tubes fluorescents à cathodes non chauffées extérieurement et à allumage instantané (Philips spécial, T.L.S.) augmente la sécurité contre le grisou et permet d'employer des lampes

fluorescentes pour la signalisation en taille (réalisation exposée par la S.A. d'Éclairage des Mines). Mentionnons encore, parmi les réalisations de la même firme, des lampes fluorescentes électropneumatiques de 20 W — 55 V — 500 p/s. et des projecteurs pour locomotives, protégés par un verre en Perspex de 40 mm d'épaisseur et munis d'un interrupteur à quatre positions, incorporé dans le boîtier du projecteur et permettant la commande simultanée, de l'avant ou de l'arrière de la locomotive indifféremment, des deux phares équipant celle-ci. La Société Alsacienne d'Installations Techniques (SAIT) présente de son côté un équipement de phares pour locomotives Diesel : le courant est fourni par un petit alternateur et l'intensité est réglable.

Pompe volumétrique Mono.

Les Ateliers Gardier, à côté de leurs fabrications de compresseurs, de pompes à vides et de chaudières à vapeur à combustibles liquides, sont les constructeurs licenciés pour Benelux des pompes Mono destinées au pompage de liquides visqueux ou chargés de solides et employées couramment

comme pompes secondaires au fond en Angleterre. Elles font appel à un principe original de pompage volumétrique (fig. 18). Un rotor hélicoïdal en acier roule à l'intérieur de la cavité, hélicoïdale également mais d'un pas double, d'un stator en acier, ébonite, caoutchouc ou toute autre matière selon l'application envisagée. Les deux surfaces du stator et du rotor isolent entre elles une série de cavités qui, par suite de la rotation, se déplacent d'un mouvement hélicoïdal autour de l'axe depuis l'extrémité correspondant à l'aspiration jusqu'à celle de refoulement. Le débit est parfaitement continu. Ces pompes sont exécutées normalement pour des puissances de 1/3 à 10 CV, des débits de 0,5 à 55 m³/h et des hauteurs de refoulement de 15 à 45 m. Elles sont entraînées par moteur électrique ou à air comprimé, à 960 ou 1450 t/m, par l'intermédiaire d'un accouplement à la cardan permettant au rotor d'effectuer son mouvement hypocycloïdal à l'intérieur du stator. Le stator en caoutchouc se prête particulièrement au pompage de liquides chargés de particules abrasives. Ces pompes unissent les avantages des pompes volumétriques (amorçage automatique, débit indépendant de la pression) à ceux des pompes rotatives (mouvement et débit continus, pas de soupapes, un seul joint).

V. — APPAREILLAGE ELECTRIQUE.

A. Haute tension.

Merlin - Gérin, représenté par l'Electro-Mécanique, expose les disjoncteurs et contacteurs Sole-narc, ces derniers destinés à la commande à distance des moteurs alimentés en haute tension (de 5750 à 7000 V). La coupure a lieu dans l'air : l'arc est éteint en forme de solénoïde sous l'action d'un champ magnétique entre des lamelles en réfractaire. L'encombrement de ces appareils est réduit, il est même possible de les installer dans des coffrets antigrisouteux.

B. Transformateurs sans huile, redresseurs secs.

Merlin - Gérin expose également un bloc transformateur au quartz de 200 kVA - 5500/550 V, muni d'un sectionneur haute tension, et d'un disjoncteur basse tension « Compact » (licence Westinghouse) dont l'encombrement est minime.

L'AEG (Gelec) présente par contre un transformateur sec 6000/525 V, de 515 kVA, isolé aux silicones (fig. 19). Il mesure 1,59 m de hauteur, 1,84 m de longueur et 0,79 m de largeur. Il existe un autre modèle, cylindrique, de 200 kVA. Ces transformateurs sont antidéflagrants (épreuve de pression) et munis d'ailettes de refroidissement en tôle pliée ou soudée.

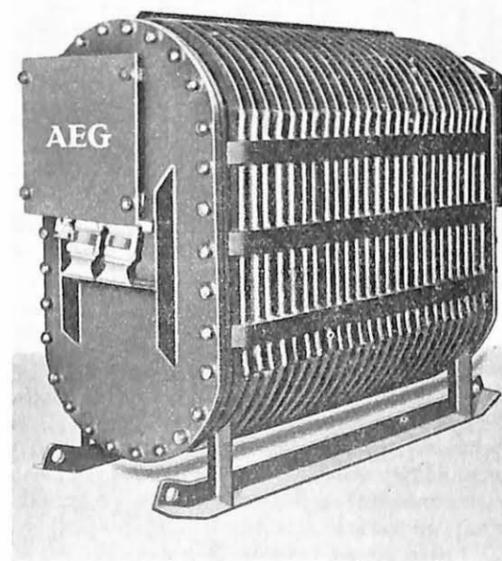


Fig. 19. — Transformateur sec AEG 515 kVA.

L'AEG montre aussi un redresseur sec pour la charge automatique des batteries. Un dispositif spécial assure une « formation » correcte des accumulateurs.

C. Coffrets de chantier.

Constructeurs français.

Les coffrets de chantier sont abondamment représentés : Merlin-Gérin montre, à côté de sa série classique : petit modèle (55 CV - 500 V) — moyen modèle (100 CV) — grand modèle (moteurs à deux vitesses), les types nouveaux qui en ont été dérivés : modèle Micron (12 CV), modèle Médius (55 CV), modèles pour perforatrices, et modèles à deux départs.

Nouvelle venue sur le marché belge, la société Alsacienne d'Installations Techniques (SAIT) présente une série de cinq coffrets antigrisouteux à 500 V, équipés de contacteurs « Télémécanique » de 16 à 200 A et pesant de 36 à 250 kg (fig. 20). Dans un effort pour réduire le poids et l'encombrement, elle a étudié un nouveau coffret de 120 A (moteurs de 40 CV) ne pesant que 150 kg et mesurant 60 cm de hauteur, 50 cm de largeur (70 cm avec patins et entrées de câbles) et 50 cm

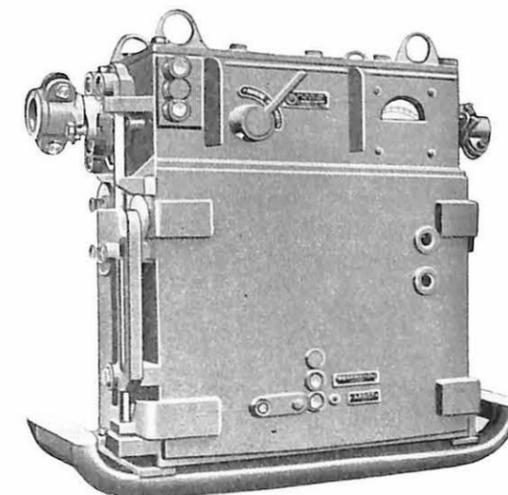


Fig. 20. — Coffret SAIT.

de profondeur. Le contacteur (fabrication Télémécanique) est enfermé dans un boîtier en isolant pour réduire l'encombrement. Les coffrets pour hautes tensions sont munis d'un relais de sécurité provoquant le déclenchement quand l'isolement du réseau tombe en dessous de 500 Ω.

Constructeurs anglais.

Anderson - Boyes, représenté par les Etablissements Beaupain, présente au public belge son nouveau coffret CM4 (fig. 21) correspondant aux spécifications uniformisées du National Coal Board. Ce coffret, prévu pour une tension de 400 à 650 V et un courant de 80 A, contient un sectionneur, un contacteur et des relais à maximum du type électromagnétique, retardés par dashpot et réglables en intensité et en temps. Bien entendu, le sectionneur est verrouillé avec le contacteur d'une part, avec l'ouverture du coffret d'autre part.

Les circuits de commande sont à basse tension. Un sélecteur manœuvré de l'extérieur du coffret

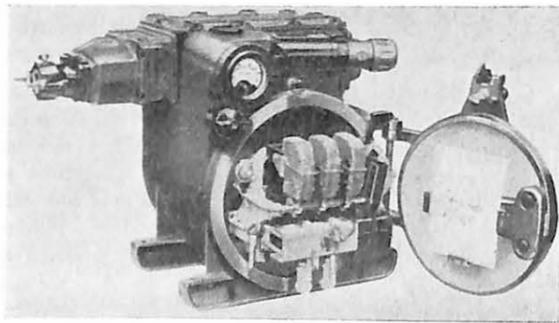


Fig. 21. — Coffret Anderson Boyes CM4.

permet au choix la commande locale, la commande à distance, la commande automatique pour démarrage en cascade ou le simple asservissement. Les entrées de câbles sont réalisées, au choix, par boîtes à masse, coupleurs Lecupler ou fiches et soquets. Le départ se fait par fiche et soquet.

Le coffret de 80 A mesure 65 cm de hauteur, 52 cm de largeur (90 avec les entrées de câbles) et 54 cm de profondeur.

Constructeurs allemands.

Le coffret MSS 100 de l'AEG (fig. 22) pour des courants nominaux de 16 à 100 A (20 à 120 CV en 500 V) possède un couvercle semi-cylindrique verrouillé avec le sectionneur par une vis traversant son axe. Il est exécuté en tôle soudée. Ce coffret est surmonté d'une boîte à barres pour l'arrivée, et repose sur la boîte à câbles de départ. Ces deux compartiments, exécutés en sécurité renforcée (erhöhte Sicherheit) en Allemagne (fig. 22), ont été remplacés, pour la Belgique, par des carters antidéflagrants cylindriques horizontaux.

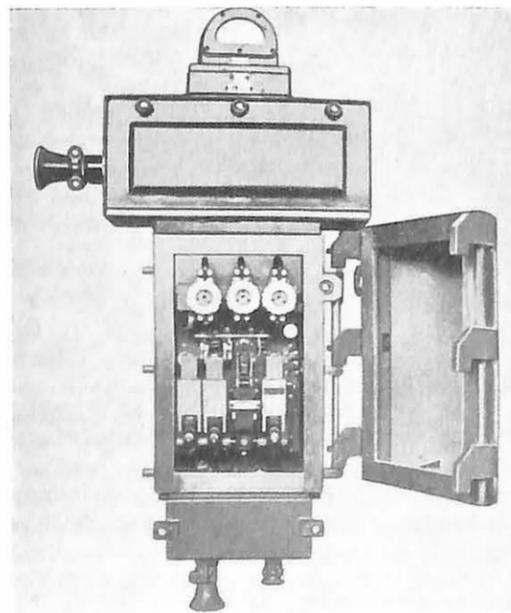


Fig. 22. — Coffret AEG MSS 100.

Contrairement aux constructions belges et françaises, le sectionneur-inverseur est placé non dans la boîte à barres, mais dans le compartiment du contacteur. Les touches sont protégées contre les contacts accidentels par une plaque portant les fusibles de 200 A.

Le coffret contient encore des relais thermiques pour la protection contre les surcharges (réglables de I_n à $1,6 I_n$) et des relais magnétiques coupant en 0,05 sec les courts-circuits (seuil de fonctionnement réglable de 6 à $15 I_n$). Les courts-circuits très violents (plus de 2500 A) sont coupés par les fusibles. La sélectivité de ces protections superposées a été soigneusement étudiée (fig. 23). Les fusibles n'entrent en action qu'exceptionnellement et le fonctionnement du relais magnétique les préserve du vieillissement sous l'action des courts-circuits d'intensité moyenne.

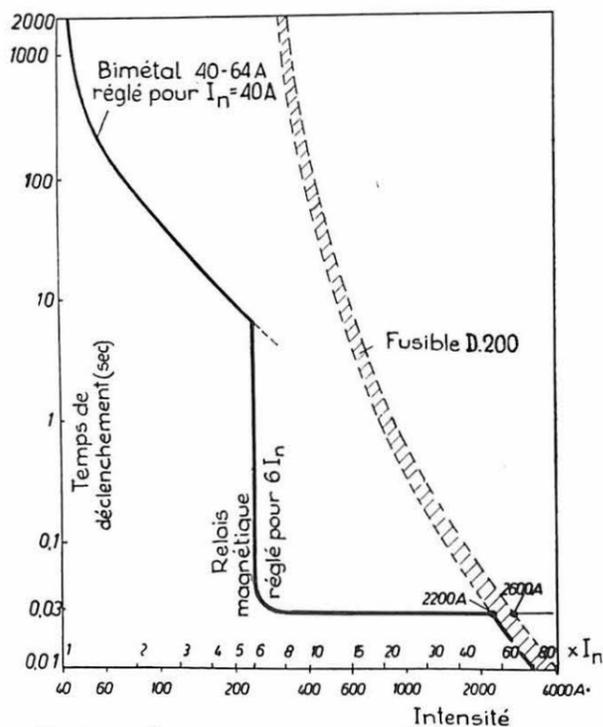


Fig. 23. — Caractéristique courant-temps de déclenchement du coffret MSS 100.

Ce coffret peut contenir éventuellement un petit transformateur de 500/42 V pour les circuits pilotes. Il se prête à la commande à distance et aux asservissements divers.

Mentionnons encore les coffrets d'éclairage AEG contenant un transformateur de 1,25 ou 2,5 kVA et assurant la retransmission des signaux optiques entre plusieurs installations à alimentations indépendantes.

Constructeurs belges.

L'Electricité Industrielle Belge expose cette année encore ses coffrets « sphéroïdes » à capot cylindrique.

Enfin, Socomé présente un lot diversifié de coffrets pour les applications les plus variées : coffrets

de haveuses, coffrets pour courroies à deux vitesses avec démarrage automatique ou manuel, coffrets de convoyeurs blindés avec enclenchement successif des quatre moteurs, coffrets pour démarrage étoile-triangle avec contacteurs pentapolaires, etc... Un coffret de haveuse spécial a une forme trapézoïdale particulièrement trapue. Cet ensemble est complété par de l'appareillage divers : interrupteurs fin de course, contrôle de plan d'eau par électrodes plongeantes (système Schwob) etc.

D. Freins, servo-moteurs et réglage de vitesse.

A côté de ses moteurs antidéflagrants, de 0,55 à 200 kW et 5000 à 750 t/min, l'AEG expose une série de petits moteurs (non antigrisouteux) à frein incorporé (un frein à bande contenu à l'intérieur de la carcasse et commandé par un solénoïde s'applique automatiquement quand la tension est coupée) et ses appareils électro-hydrauliques Eldro remplaçant avantageusement les cylindres à air comprimé ou les électro-aimants dans de nombreuses applications (freins, embrayages, commande de l'ouverture d'une porte, commande de taquets et d'ar-

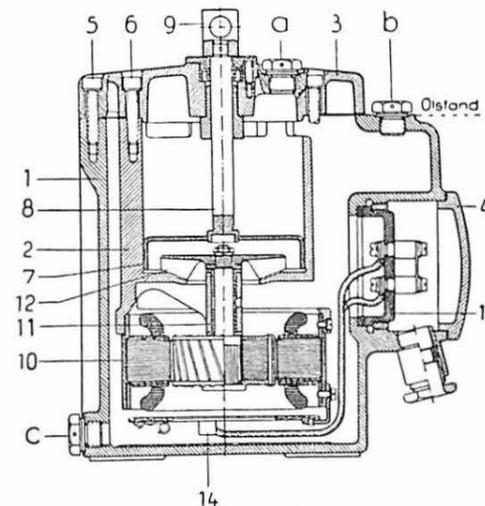


Fig. 24. — Pousseur électro-hydraulique Eldro Zwerg.

rétrors, poussoirs, etc.). Ces appareils consistent essentiellement en un cylindre (2), contenant de l'huile, et un piston (7). Une petite pompe centrifuge (12), placée à l'intérieur du cylindre (2), crée la pression d'huile actionnant l'appareil. Dans l'Eldro-Zwerg, ou petit modèle, le moteur électrique asynchrone (10) actionnant la pompe se trouve lui-même également à l'intérieur du cylindre (fig. 24). Ces appareils exercent des poussées de 15 à 185 kg et effectuent une course de 50 à 160 mm. Le moteur peut sans inconvénient continuer à tourner, même en cas de blocage de la tige du piston.

La SEM expose un pupitre de commande pour machine d'extraction et l'appareillage de contrôle par amplidyne destiné aux premières installations d'extraction automatique en Belgique.

VI. — PREPARATION MECANIQUE ATELIERS DE SURFACE.

Cribles — Concasseurs — Séparation magnétique.

Dans le domaine de la préparation mécanique des charbons, seule la Société Belge de Mécanisation est représentée. Elle expose un crible de préclassement formé de deux surfaces criblantes superposées à mouvements opposés.

Ce crible a une capacité de 220 t/h et classe le brut tout-venant en catégories + 120 mm, 50-120 mm, 10-50 mm et -10 mm. Il convient de signaler l'équilibrage parfait de cet ensemble.

Cette même firme expose également un séparateur magnétique de sa construction destiné à l'épuration des suspensions denses magnétiques. Ce séparateur aurait un rendement très élevé, supérieur à 99 %. La variation de pente de la courroie d'évacuation permet, de plus, un certain réglage de la densité de la pulpe épurée.

Il faut mentionner également le matériel fabriqué sous licence Denver par la Société Auxiliaire des Mines, Minerais et Métallurgie. Cette firme expose un crible du type « Dillon » et un concasseur à mâchoires, ces deux appareils étant surtout destinés au traitement des minerais et des matériaux pierreux.

Affûteuses pour outils de mine.

Parmi les affûteuses de la firme Moes, signalons les modèles LMI 550, 551 et 176, destinés à affûter les taillants à plaquettes de carbure des fleurets. Ces machines sont montées sur colonne en acier soudé, équipées de moteurs hermétiques avec deux bouts d'arbre porte-meules, et munies d'un dispositif de rectification des meules. Les meules ont une vitesse périphérique de 25 m/sec. Les taillants à burin simple sont traités sur des meules boisseau (surface annulaire plane), les taillants en croix sur des meules droites (surface cylindrique).

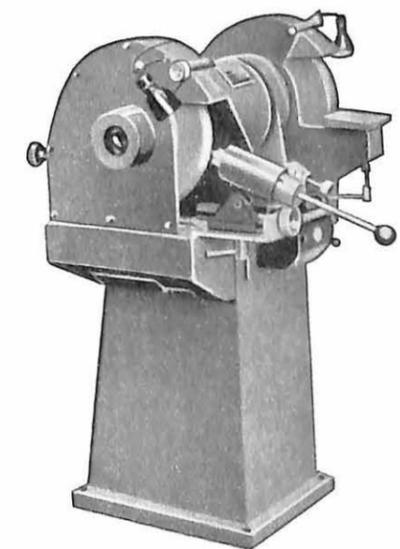


Fig. 25. — Affûteuse LMI 550 pour les taillants en croix.

Ces affûteuses sont munies d'un dispositif spécial permettant le repérage et la réalisation d'angles corrects entre les faces des taillants. Ceux-ci sont montés dans un support orientable avec précision. La LMI 176 et la LMI 350 (fig. 25) sont destinées aux taillants à simple burin et aux taillants en croix respectivement, et portent en plus une meule à tous usages. La LMI 351 permet l'affûtage des deux sortes de taillants. Les types LMI 350 et 351 peuvent être équipés d'un système d'arrosage avec pompe indépendante.

Enfin, un nouveau modèle, la BMI 180, permet de réaffûter les fleurets monoblocs. Ici, ce n'est plus le support du taillant, mais la meule qui pivote avec son moteur autour de l'outil à affûter, de façon à réaliser les angles de meulage exacts.

VII. — MATERIEL DE SAUVETAGE.

A côté du stand fort intéressant de la Centrale de sauvetage de Montegnée, les Etablissements Balings présentent le nouvel appareil respiratoire Dräger BG 170/400 permettant une durée de travail de 5 à 7 heures, contre trois heures pour les types précédents.

Cette augmentation de la durée d'utilisation est due à une série de perfectionnements dont on a exploité au maximum les possibilités.

La bonbonne d'oxygène est remplie à 200 kg/cm² au lieu de 150 et le volume de la cartouche d'alcali a été augmenté en conséquence. D'autre part, une soupape spéciale adapte automatiquement le débit d'oxygène aux besoins du porteur, mesurés par le

mouvement même de sa cage thoracique et les compressions et décompressions du sac respiratoire de l'appareil. Un débit minimum de 18 à 24 litres par heure demeure en tout cas assuré, et permet éventuellement l'utilisation de l'appareil pendant 18 heures si le porteur reste au repos. Une soupape de purge de conception nouvelle assure une évacuation constante des gaz résiduels et élimine le danger de « narcose azotique » qui résulterait d'une accumulation d'azote dans l'appareil.

Malgré ces perfectionnements, le poids du nouvel appareil Dräger avec sa réserve d'oxygène et sa cartouche d'alcali a été réduit à 17 kg au lieu de 17.7 kg pour le BG 160 A, et son épaisseur maximum a été ramenée de 16,5 cm à 15 cm.

Enfin des améliorations diverses au boîtier et à la fixation de l'appareil le rendent plus facile à manipuler que son prédécesseur.

Au même stand était exposé le filtre à CO de secours Dräger. Il s'agit d'une cartouche active placée dans un boîtier métallique muni d'une embouchure, de pinces pour le nez et d'une courroie de fixation. L'ensemble de l'appareil est enfermé dans une enveloppe hermétique en matière plastique.

Cet appareil est distribué aux ouvriers à chaque descente, ou bien est entreposé dans des boîtes rondes spéciales pour 8, 12 ou 16 appareils dans les chantiers d'exploitation. En cas d'incendie, chaque homme déchire l'enveloppe de son appareil et le fixe sur son visage. La cartouche élimine les gaz toxiques pendant un temps suffisant pour permettre l'évacuation du chantier. Certains charbonnages allemands ont équipé tout leur personnel de ces appareils.

Combustion des terrils

RAPPORT PAR INICHAR

SAMENVATTING

Op aanvraag van het Mijnwezen heeft Inichar een studie gewijd aan de steenstortbranden. Om dit vraagstuk te bestuderen werd een onderzoek ingesteld bij verscheidene steenkolenmaatschappijen. Een studiegroep heeft de uitslagen van dit onderzoek ontleed en heeft de bestaande literatuur geraadpleegd. Het onderhavig verslag is uit deze arbeid ontstaan.

Veel steenstortbranden (bijna 50 %) zijn ontstaan door het storten van niet voldend gebluste stoomketels. In andere gevallen kan echter spontane verbranding niet uitgesloten worden. Deze wordt begünstigd door de aard van sommige steenkoolsoorten en door de fysische structuur van de meeste steenstorten. Het gemiddeld gehalte aan steenkoolachtige stoffen in de massa blijkt geen goed criterium van ontvlambaarheid te zijn.

De studiegroep stelt de volgende voorzorgsmaatregelen voor :

- 1) Geen assen of slakken op de steenberg storten;
- 2) Alle kolen, en vooral de vergroeiende kolen, uit het gestort materiaal verwijderen;
- 3) Het rendement van de steenkoolwasserijen op bestendige wijze nagaan. Desnoods de « drie producten scheiding » toepassen;
- 4) Het wasserijafval enerzijds en de stenen die rechtstreeks uit de mijn opgehaald worden anderzijds op afzonderlijke hopen storten;
- 5) De opvulling van de pijlers en de andere toepassingsmogelijkheden voor wasserijafval en mengproducten : verbranding of vergassing, zoveel mogelijk ontwikkelen.

AVANT-PROPOS

A la demande de l'Administration des Mines, Inichar a étudié le problème de la combustion des terrils. Le Groupe d'Etudes créé à cet effet était composé de Messieurs les Professeurs Leclerc, Legraye et Vandael, de M. Hardy, Ingénieur en Chef-Directeur honoraire des Mines, et de M. Jadot, Chef de Service à la S. A. Métallurgique de Prayon.

Le groupe d'études s'est réuni une première fois le 25 mai 1949 et a demandé une enquête préalable. Celle-ci a porté sur les questions ci-après :

1. — le nombre de terrils pour les différents sièges; ceux qui brûlent et ceux qui ne brûlent pas;
2. — depuis quand ils brûlent;
3. — après combien d'années ils ont commencé à brûler;
4. — à quelle profondeur la combustion s'est produite;
5. — éventuellement, à l'exploitation de quelle couche ou de quel groupe de couches elle correspond;
6. — forme du terril :
 - a) terril en cône sans chenaux,
 - b) terril en cône avec chenaux,
 - c) terril plat,
 - d) remblayage d'une vallée;
7. — observations à faire au pied du terril :
 - a) blocs de pierre très nombreux,
 - b) claveaux de béton,
 - c) débris de maçonnerie,
 - d) observe-t-on un soulèvement du sol?
8. — y avait-il de la végétation à l'emplacement du terril ?
 - a-t-elle été rasée (ou non) avant de déverser les déchets ?
 - a-t-on rejeté des déchets sur de la végétation poussée sur le terril ?

9. — nature du sol sous le terril :
roches,
sol meuble fluant facilement,
se produit-il des glissements de terrils (après les pluies ou les fontes de neige) ?
10. — trouve-t-on beaucoup de bois de mine parmi les déchets déversés sur le terril ?
11. — lavage :
a) le lavage du charbon se fait-il très soigneusement (le système employé) ?
b) le pourcentage de charbon dans les schistes de lavoir,
c) le pourcentage de charbon dans les pierres de triage (beaucoup de barrés ?)
d) le pourcentage de charbon dans les pierres directement culbutées au terril (principalement les pierres des recarrages et des coupages de voies-creusement de bouveaux, etc.),
e) que fait-on des schlamms ?
f) que fait-on des produits de décantation des eaux de lavoir (nettoyage des bassins de décantation) ?
12. — quels sont les produits mis à terril autres que les schistes de lavoir et pierres de la mine ?
13. — si le terril est en feu, a-t-on déjà essayé de l'éteindre ? A-t-on réussi ?

* * *

Le Groupe d'études s'est ensuite réuni à plusieurs reprises. Il a étudié les rapports des experts ainsi que la littérature spécialisée. Le texte ci-après condense les résultats de ce travail.

La direction la plus féconde et la plus conforme aux objectifs d'Inichar paraît être l'utilisation des schistes de lavoir les plus riches en charbon et en soufre.

Il existe des possibilités très sérieuses basées entre autres sur :

- 1) l'amélioration du lavage des charbons, notamment en ce qui concerne la précision de la coupure,
- 2) l'utilisation des schistes de lavoir dans des gazogènes, et
- 3) la récupération du soufre dans les cas les plus favorables.

INTRODUCTION.

L'enquête d'Inichar a porté sur une trentaine de terrils en ignition, répartis à peu près également entre le Hainaut et le Bassin de Liège.

Certains de ces terrils sont récents (moins d'une dizaine d'années). D'autres sont très vieux (plus d'un siècle) et brûlent depuis une cinquantaine d'années.

Sur les 30 terrils étudiés, 4 ont pris feu peu de temps après le début de leur édification, et 5 autres moins de 5 ans après. Cinq terrils se sont allumés entre 5 et 20 ans, et 6 après plus de vingt ans d'existence. Enfin, l'âge de 10 terrils au moment de leur inflammation n'a pu être déterminé, mais il est probable qu'il faut les classer parmi ceux qui avaient plus de vingt ans.

Le présent rapport étudie successivement :

- I. Le processus d'inflammation
- II. L'influence de la structure physique des terrils sur la propagation de la combustion
- III. Les procédés de prévention et
- IV. Les moyens de lutte contre les incendies de terrils.

La discussion de ces différents points se base sur les résultats de l'enquête, complétés par les données publiées dans les littératures belge et étrangère au sujet de cette question.

I. — INFLAMMATION.

Il y a lieu de distinguer d'une part l'inflammation due à des causes externes, d'autre part la combustion dite « spontanée » de terrils sans l'intervention apparente d'agents extérieurs.

A) Causes externes.

1. — Quatorze incendies sur trente ont été probablement déclenchés par le déversement sur le terril de cendrées imparfaitement éteintes. Celles-ci provenaient des chaudières à vapeur des sièges d'exploitation proches. Huit autres terrils ont reçu des cendrées, sans qu'on puisse dire si elles ont pu être la cause de l'inflammation. Enfin, huit terrils n'ont jamais reçu de cendrées.

Dans plusieurs charbonnages, les incendies de terrils ont pris fin ou ont fortement diminué à la suite de l'électrification des sièges qui, recevant dès lors leur énergie de l'extérieur, ont cessé de produire des cendrées.

Les cendrées apparaissent donc bien comme une cause les plus fréquentes des incendies de terrils.

2. — Dans le cas de deux terrils inactifs, la cause de l'inflammation a pu être attribuée avec certitude, d'une part à l'incendie d'une baraque en planches, et d'autre part à la combustion de vieux cartons ayant servi à l'emballage de brai. Ces faits montrent bien que des foyers peu importants peuvent déclencher le phénomène. Il convient donc d'éliminer ou de surveiller soigneusement les feux ou braseros allumés en hiver par le personnel du charbonnage ou d'autres personnes à proximité des terrils.

B) Causes internes.

L'inflammation spontanée des terrils est, par sa nature même, difficile à mettre en évidence, mais il est des cas où une autre explication semble exclue par suite de l'absence de toute cause extérieure.

Il semble d'ailleurs bien qu'une source de chaleur extérieure ne peut provoquer l'incendie d'un terril que si la nature et la structure de ce terril sont par elles-mêmes favorables à la combustion. En effet, des essais de mise à feu artificielle de certains terrils, au moyen d'un feu de mazout, ont échoué, alors que, dans d'autres cas, quelques flammèches envoyées d'un foyer peu important ont suffi à provoquer l'inflammation de la masse.

La corrélation entre l'exploitation de certains gisements d'une part et la fréquence des feux souterrains et des incendies de terrils d'autre part montre que la nature de certains charbons joue un rôle certainement favorable et probablement déterminant dans le déclenchement de la combustion.

Dans le Hainaut (15 terrils), la plus grande fréquence d'incendies apparaît dans les charbonnages exploitant les charbons les plus riches en matières volatiles.

Le tableau donne le nombre total de terrils actifs de chaque catégorie, et, parmi ceux-ci, le nombre de terrils en feu. La quatrième colonne indique les cas où l'inflammation semble pouvoir être attribuée au déversement de cendrées insuffisamment éteintes, la cinquième, par contre, les cas où aucune cause externe ne semble pouvoir être invoquée. Ce critère est plus ou moins arbitraire, de nombreux rapports ne donnant guère de précisions sur le déversement des cendrées et les précautions prises pour assurer leur extinction. Pour aucun des terrils considérés ici, l'enquête n'a signalé d'autre cause externe que les cendrées.

Les deux dernières colonnes reprennent les chiffres des terrils en feu et celui des incendies sans cause connue, rapportés au nombre total de terrils actifs. La dernière colonne donne donc, pour chaque catégorie, la fréquence des incendies dits « spontanés ».

TABLEAU I.

Teneur en matières volatiles du charbon	Terrils actifs		Causes d'ignition		Pourcentages	
	nombre total	terrils en feu	probablement cendrées	inconnus	total incendies	causes inconnues
8 — 13 %	5	1	1	0	20 %	0 %
13 — 16 %	23	6	3	3	26 %	13 %
20 — 22 %	2	2	1	1	100 %	50 %
25 — 30 %	9	6	1	5	67 %	56 %
Total	39	15	6	9	39 %	23 %

Le tableau I est relatif aux terrils actifs utilisés dans le Hainaut par les sociétés touchées par l'enquête. Ces terrils ont été groupés selon la teneur en matières volatiles (1^{re} colonne) des couches ex-

Pour autant que le petit nombre de faits observés et l'imprécision des données recueillies permettent de tirer une conclusion, on constate un net parallélisme entre la teneur en matières volatiles et la fréquence des incendies spontanés.

TABLEAU II.

Couches (dans l'ordre stratigraphique)	Composition du charbon (*)		Incendies souterrains	Incendies de terrils
	M. V.	Soufre		
Délyée Veine	9,17 grisouteuse	1,12 pyrite	1	2
Malgarnie (Jeanne)	13,9 17,0	0,8 1	2	—
Grande Grailette (Castagnette)	—	sillon très sulfureux	2	1
Stenaye	13 14,2	0,85 pyrite	3	4
Petite Delsemme (Farinette)	14	2,9	1	2
Grande Delsemme (Grand Joli Chêne)	—	—	—	3
Désirée (Bouxharmont)	15,3	0,9	2	5
2 ^e Miermont	—	peu pyriteuse	1	1

(*) A l'endroit des incendies souterrains.

Dans le bassin de Liège (14 terrils), la combustion des terrils semble liée dans presque tous les cas à l'exploitation d'une des couches suivantes, ou de leurs voisines stratigraphiques immédiates : Délyée Veine — Stenaye — Petite et Grande Delsomme (Grand Joli Chêne) — Désirée (Bouxharmon).

Ces couches se trouvent toutes à la base du faisceau de Genk ou dans la zone de Beyne, c'est-à-dire à la transition entre les assises de Charleroi et de Châtelet. Elles sont caractérisées par une teneur élevée en soufre (jusque 5 %). Le toit de ces couches est d'ailleurs souvent plus riche encore en soufre que la couche elle-même et contient parfois des lentilles de pyrite, de sorte que les pierres remontées avec le charbon et dirigées après triage sur le terril y apportent des quantités importantes de soufre.

Ces mêmes couches ont donné lieu à la plupart des incendies souterrains relevés entre 1900 et 1952 (Voir tableau II).

* * *

Le mécanisme de la combustion spontanée a beaucoup été étudié en laboratoire. Il est cependant fort complexe et il est difficile de trouver la relation exacte entre les essais de laboratoire, effectués en quelques heures ou quelques jours sur des échantillons réduits, et les phénomènes réels, intéressants des durées de plusieurs années et des masses considérables de matières dans des conditions physiques parfois assez difficiles à déterminer.

1. — Les charbons fraîchement abattus sont capables d'absorber une certaine quantité d'oxygène, variable avec la nature du charbon. Cette absorption est d'autant plus active que la température est plus élevée, et est exothermique. D'après certains auteurs, elle dégagerait 4 petites calories environ par cm³ d'oxygène absorbé. Si ces calories ne peuvent être évacuées (réceptif parfaitement calorifugé, ou massif compact et important), la température monte et l'absorption augmente cumulativement. Quand la température atteint 120° C à peu près, l'oxygène absorbé est dégagé sous forme de H₂O et CO₂ : on assiste donc à une combustion lente du charbon, qui accélère l'élévation de la température jusqu'à ce que les flammes apparaissent.

Au laboratoire, il faut chauffer l'échantillon à des températures de l'ordre de 120° C pour amorcer le phénomène. Des températures plus basses peuvent cependant suffire si l'on a affaire à une grande masse bien calorifugée, et il est bien connu que, lorsqu'une « température critique » comprise entre 60 et 80° C est atteinte à l'intérieur d'un tas de charbon, il faut se hâter de l'étaler si on veut éviter son inflammation.

Fayol a effectué en 1879 des expériences se rapprochant plus que les essais de laboratoire des conditions régnant dans un stock de charbon d'une certaine importance.

Il a pris des houilles de toutes provenances et de toutes espèces, des anthracites, des houilles grasses et sèches, provenant d'Allemagne, d'Angleterre, de Belgique, de France, des lignites, des charbons pyriteux et non-pyriteux et même du bois de chêne,

Il les a soumis à l'action de l'air pendant un temps très long, en faisant varier la température et la grosseur du grain.

Une masse de houille de 2-5 m³ est étuvée à 100°, puis placée sous une grande cloche métallique munie d'un joint hydraulique. Un thermomètre traverse la cloche et donne la température du centre de la masse. La cloche est munie d'orifices réglables à ses parties inférieure et supérieure de façon à permettre un courant d'air variable. Il y a élévation de la température en cas de courant d'air bien dosé et abaissement en cas d'interruption de ce courant d'air.

Si l'on pousse l'échauffement, il y a inflammation. Si l'on enlève la cloche, la température baisse. Cette expérience réussit très facilement avec tous les charbons, qu'ils soient secs ou humides, à condition de choisir la grosseur du grain. Avec des grains dépourssiérés, elle réussit très bien, même avec du gros.

Les facteurs favorables sont : un mélange de fragments et de poussières, une température élevée, une grande masse, une certaine quantité d'air, une certaine proportion de schiste.

Les conditions défavorables à l'échauffement sont : la houille en gros fragments, une basse température, un faible volume, l'absence complète d'air ou une ventilation très active.

Ces expériences très intéressantes montrent bien que le charbon en grandes masses est susceptible de s'enflammer sans l'intervention de causes extérieures, pourvu que certaines conditions de ventilation soient réalisées (voir chap. II, B).

Dans un terril, le charbon est dispersé dans une grande quantité de matières inertes, et il ne semble pas, à première vue, que l'auto-oxydation de ce charbon puisse, à elle seule, déclencher un échauffement suffisant : elle contribue certes à le développer, mais il semble qu'une autre cause doive d'abord provoquer en un point quelconque une première élévation de température.

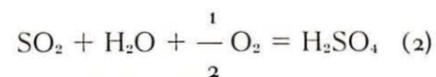
Cette cause paraît pouvoir être trouvée dans l'oxydation des pyrites.

2. — Les avis divergent notablement en ce qui concerne l'action des pyrites dans l'inflammation des charbons. Certains auteurs leur attribuent le rôle déterminant dans tout incendie, d'autres au contraire réduisent ce rôle à une action purement mécanique : le foisonnement dû à l'hydratation du sulfate ferreux FeSO₄ · 7H₂O résultant de l'oxydation de la pyrite provoque le délitement du charbon, augmentant ainsi la surface réactive de celui-ci.

Les réactions d'oxydation de la pyrite sont très complexes. Globalement elles peuvent s'écrire sous la forme :



En milieu sec, cette réaction s'arrête rapidement, le SO₂ formé restant adsorbé à la surface de la pyrite et formant une couche protectrice. Aussi, la présence d'eau à l'état liquide est-elle nécessaire pour dissoudre le SO₂ adsorbé et renouveler la surface de la pyrite, permettant à la réaction de se poursuivre :



La quantité d'eau ne peut pas être excessive, sinon elle empêcherait la réaction de se produire, en isolant la phase gazeuse de la surface solide.

D'autres réactions secondaires peuvent provoquer l'hydrolyse du sulfate ferreux en hydroxyde ferrique et la production de H₂S et de soufre libre.

Les réactions (1) et (2) sont exothermiques et dégagent 4 petites calories environ par cm³ d'O₂ absorbé. Elles sont d'autant plus actives que la température est plus élevée. Un effet cumulatif peut donc se produire. En laboratoire, on a obtenu des élévations de température de 20 à 40° C avec des échantillons portés d'abord à une température de 30 à 50° et soumis, en présence d'humidité, à un courant d'oxygène.

Dans un terril, les conditions sont éminemment favorables à l'oxydation de la pyrite : celle-ci est très divisée, ou se trouve à l'état de lamelles très minces dans les schistes qui s'exfolient par suite de cette oxydation, de sorte que la surface active est sans cesse renouvelée. Un tirage naturel existe dans les couches extérieures du terril, et la masse poreuse de celui-ci, soumise aux intempéries, et « respirant » avec les variations de pression atmosphérique, comporte des degrés variables d'humidité, réalisant toujours en quelque point les conditions optimales pour l'oxydation. La présence de charbons barrés augmente fortement la chance de réunir ces conditions.

On peut concevoir, dès lors, le mécanisme suivant : les rayons solaires réchauffent la surface du terril jusque vers 40 ou 50° C, ce qui provoque un tirage d'air intense et un transport de calories à travers les couches extérieures poreuses du terril. Là où les conditions nécessaires de température et d'humidité sont réunies, la pyrite s'oxyde, élevant suffisamment la température (90° C) pour que puisse s'amorcer l'auto-oxydation du charbon, laquelle se propage dans la masse. Sous l'action des calories dégagées par l'oxydation des pyrites et du charbon, et par l'adsorption sur le charbon et les schistes des gaz formés, la température monte progressivement jusqu'à ce que la température d'ignition des produits charbonneux soit atteinte en quelque point où débute la combustion active.

Si l'on n'a jamais pu mettre en évidence l'inflammation spontanée d'un terril, l'échauffement naturel de la masse est, par contre, un fait maintes fois constaté. On a relevé, dans des terrils ne présentant aucun indice de combustion, des températures de 17 et de 28° C respectivement.

La combustion spontanée apparaît ainsi, si pas démontrée, du moins parfaitement possible, du moins quand il s'agit de charbons riches en soufre.

II. — STRUCTURE PHYSIQUE DES TERRILS.

Il faut considérer ici la forme extérieure des terrils et la répartition dans la masse des matériaux de granulométries diverses qui les composent.

A) Forme.

La forme des terrils ne semble guère avoir d'influence sur leur combustion : des terrils en feu étudiés, 9 étaient coniques, 15 plats et 8 partiellement coniques et partiellement plats. Dans 2 cas, le feu est apparu d'abord à la base du terril, dans 10 cas, sur les flancs, et dans 8 cas, sur la plateforme. Dans 10 cas, on n'a pas pu localiser le début de la combustion.

Il est probable que la combustion est surtout active le long des flancs du terril sur une profondeur de quelques mètres : cette zone est plus poreuse que le centre, mieux tassée, et est plus sujette aux variations de température, de pression et d'humidité. Le fait qu'un terril s'éteint souvent peu d'années après une modification de la nature des déblais versés ou après une mise en inactivité totale, semble indiquer que la combustion ne se poursuit guère en profondeur si elle n'est pas alimentée en surface.

Il est d'autre part évident qu'une forme trop abrupte d'un terril peut provoquer des glissements dans la masse, surtout si le sol sous-jacent est peu stable. Ces glissements peuvent ouvrir des passages au courant d'air et activer la combustion. Quatorze des terrils étudiés avaient été sujets à des glissements et dix avaient provoqué un bourrelet marginal dans le sol. Douze n'avaient jamais subi ou provoqué de mouvements.

B) Granulométrie.

Il est bien connu qu'un feu ne peut exister en l'absence de toute ventilation, et, par contre, ne peut s'allumer dans un courant d'air exagéré.

Dans un terril, la force aéromotrice est constituée par le tirage naturel et la résistance à vaincre par la porosité plus ou moins imparfaite de l'empilement des matériaux. Un terril idéalement compact ne pourrait pas s'enflammer, pas plus qu'un terril formé uniquement de gros blocs et parfaitement aéré. Entre ces deux extrêmes se situe une porosité optimum.

Dans les terrils réels, le calibre des matériaux est fort variable et irrégulièrement réparti, de sorte qu'il se trouvera toujours des zones dont la compacité se prête à la combustion.

Lors du déversement des terres, les matériaux s'entassent autour du terril en lentilles coniques. Les gros blocs, ayant une plus grande inertie, sont moins freinés dans leur chute et roulent jusqu'au pied de la pente, tandis que les déblais plus fins s'arrêtent souvent à mi-chemin. La partie inférieure du terril est donc constituée d'une série de lentilles de matériaux grossiers, laissant de nombreux vides entre eux. Ces lentilles constituent l'amorce de cheminées de tirage. De plus, les gros blocs de la base du terril constituent en quelque sorte une grille sur laquelle est entassé le combustible plus fin de la zone supérieure. Parmi les terrils étudiés, 22 sur 30 au moins montraient une telle structure.

Ces phénomènes de ségrégation sont moins marqués peut-être dans les terrils plats que dans les terrils coniques, à cause de la différence des hauteurs. Cependant, même noyés dans des matériaux

plus fins, les gros blocs favorisent la constitution de vides et la création de chenaux dans la masse du terril.

Cette observation peut paraître paradoxale si l'on se rappelle que, dans les agrégats à béton, on cherche à réaliser une densité maximum en mélangeant des calibres très différents. Il y a lieu de remarquer toutefois que les agrégats subissent un mélange intime. Ils sont tassés, secoués ou vibrés lors du remplissage des formes. Enfin, les proportions des différents calibres y sont soigneusement dosées. Ces trois conditions ne sont évidemment pas remplies pour les terres de terrils : les blocs y gardent la position que le hasard leur a donnée, s'arc-boutant les uns aux autres, tandis que les fines s'écoulent, et les frottements internes empêchent le mélange d'atteindre sa densité maximum. Remarquons par ailleurs que le délitement des schistes de lavoir humides, de calibre réduit, réalisera un colmatage de leur masse beaucoup plus efficace que dans le cas des gros blocs (terres de fosses).

Les terrils constitués uniquement de schistes de lavoir contiennent peu de blocs, mais sont rares en Belgique. Par contre, un certain nombre de terrils ne recevant que des terres de fosses, en contiennent beaucoup. Il est remarquable de constater que, dans un charbonnage possédant des terrils de ces deux types, seuls ceux qui reçoivent des terres de fosses ont brûlé. Un terril de ce dernier type, qui brûlait depuis des années, s'est éteint à partir du moment où il n'a plus reçu que des schistes de lavoir.

Dans le pays de Liège, certains terrils recevant des schistes de lavoir très charbonneux ne brûlent pas : la teneur en matières organiques des produits déversés ne constitue donc certainement pas un critère suffisant pour déterminer le danger d'incendie.

III. — PREVENTION.

De l'enquête d'Inchar et de la documentation fournie par les auteurs étrangers, il résulte qu'aucun moyen capable d'éliminer totalement le risque d'inflammation d'un terril n'a été trouvé jusqu'ici. Les mesures ci-après semblent cependant pouvoir réduire ce risque dans une certaine mesure.

A) Elimination des matières combustibles.

1) En améliorant la précision de coupure des appareils de lavage du charbon, on peut réduire la teneur en matières combustibles des schistes mis à terril, tout en améliorant la qualité du charbon lavé.

Cependant, dès que l'on a atteint la limite fixée par la perfection des appareils de lavage, les rendements ne sont plus conditionnés que par la courbe de lavabilité du charbon traité : à toute diminution de la teneur en cendres du lavé correspond une augmentation de la quantité et de la teneur en matières combustibles des schistes.

Si la courbe de lavabilité est défavorable, il est donc impossible, même avec d'excellents appareils, d'obtenir simultanément du charbon propre et des schistes parfaitement stériles. Il faut, dans ce cas,

effectuer un lavage à trois produits : charbon propre, mixtes à ± 35 % cendres et schistes stériles. Les mixtes peuvent être utilisés dans une centrale sur place ou gazéifiés, de sorte que cette solution donne finalement deux produits nobles : charbon très propre et courant électrique ou gaz pour force motrice et chauffage de fours. Les schistes peuvent sans inconvénient être déversés au terril.

2) Il est impossible de fixer une teneur limite en matières combustibles en dessous de laquelle un terril ne peut pas brûler. La répartition et la structure des matières combustibles semblent bien plus importantes que leur quantité brute. Des terrils ont brûlé dans des fosses équipées cependant de lavoirs très modernes. Par contre, des terrils riches en matières combustibles (30 % et plus) ont subsisté plus d'un demi-siècle sans jamais brûler.

Il est d'ailleurs également impossible de connaître la teneur exacte en matières combustibles d'un terril existant. L'édification d'un terril dure plusieurs dizaines d'années. La nature des matières déversées varie au cours de cette période et il est rarement possible de réunir à ce sujet des indications complètes. Un terril forme une masse trop hétérogène pour qu'une composition moyenne puisse être établie, même à partir d'un échantillonnage laborieux.

En général, on ne possède de données d'analyses que pour les schistes de lavoir et pour les périodes récentes. Il n'est guère possible de se faire une idée quantitative sur la composition des autres matériaux déversés au terril.

Dans le Hainaut, la teneur en cendres (à 800°) des schistes de lavoir varie de 75 à 84 %. Dans le bassin de Liège, on a 70 à 80 %. Cette teneur est nettement moins élevée (65 %) dans les petits calibres.

La plupart des charbonnages ont déclaré n'avoir jamais versé de schlamms sur leurs terrils. Deux ou trois terrils liégeois font exception cependant, et, d'autre part, il est souvent difficile d'établir exactement quels produits ont été mis ou n'ont pas été mis au terril à des époques parfois assez reculées. L'incertitude de ces données ne permet pas d'établir une corrélation entre la teneur en charbon et la fréquence des incendies.

A peu d'exceptions près, tous les charbonnages ont déclaré avoir écharbonné soigneusement les terres de fosses et les pierres de triage mises à terril. Dans de nombreux cas, cependant, l'activité des grappilleurs démontre que cet écharbonnage a dû être fort imparfait.

La présence de barrés qui, en s'exfoliant, exposent à l'action oxydante de l'air humide de fines lamelles de charbon ou de pyrite, semble spécialement suspecte. Il convient donc de les éliminer soigneusement.

3) Pour tous les terrils, sauf deux, les bois de mine ont été retirés avant le déversement des terres. L'herbe et les broussailles du terrain de déversement ont été laissées, mais les arbres ont toujours été enlevés, sauf dans un cas. Il y a donc eu au total fort peu de produits végétaux inclus dans la masse des 30 terrils étudiés, et leur influence est probablement négligeable.

B) Utilisation des stériles.

La diminution des quantités des terres mises à terril et le ralentissement de la cadence du déversement facilitent la lutte contre les incendies en diminuant le volume du terril.

Le remblayage des chantiers souterrains peut absorber des quantités importantes de stériles. Les schistes de lavoir et les terres de fosses concassées sont couramment renvoyés au fond. Il existe également des installations de concassage souterraines, permettant d'utiliser les terres de fosses au remblayage sans les remonter à la surface. On envisage même en Allemagne d'appliquer le même principe aux schistes de lavoir, et d'effectuer un premier lavage sommaire du charbon dans la mine même. Ce lavage, à haute densité de coupure (2.0), séparerait les schistes définitifs qui resteraient au fond et seraient dirigés directement vers les tailles à remblayer. Le mélange charbon-mixtes serait seul remonté et séparé à la surface au moyen d'appareils précis en deux produits vendables ou transformables : charbon lavé et mixtes définitifs.

Il existe d'autres utilisations pour les schistes qui ne sont pas employés au remblayage.

Le schiste broyé peut servir à la fabrication de briques, mais ce procédé n'est applicable qu'à des produits très peu charbonneux, et présente donc un intérêt moins direct au point de vue prévention des incendies.

La gazéification semble pouvoir s'appliquer à des produits tenant 65 à 78 % de cendres (12 % carbone environ), pourvu qu'il existe un débouché pour le gaz pauvre produit.

D'autre part, les études de laboratoire en cours actuellement permettent d'entrevoir la possibilité de récupérer, au moyen d'une gazéification à la vapeur, le soufre contenu dans les schistes.

Signalons enfin que plusieurs terrils belges, relativement anciens, font actuellement l'objet d'opérations de récupération. Un criblage à 10, 20 ou 40 mm, suivant les cas, élimine les gros calibres, généralement stériles. Les fines, dont la teneur en cendres est de l'ordre de 50 %, sont utilisées dans les centrales électriques en mélange avec d'autres produits. Dans certaines installations, ces fines sont soumises à un relavage dans des couloirs à alluvionnement d'où sort un produit à 35 %, 25 %, ou moins encore, de cendres, utilisable tel quel par les centrales. Le stérile à 70% de cendres constituant le refus de cette opération est parfois utilisable par certaines cimenteries qui s'en servent pour compléter la charge de combustible pulvérisé de leurs fours. La partie stérile de ce schiste intervient éventuellement comme composant dans le mélange (clinker) sortant des fours.

La rentabilité de ces méthodes de mise en valeur des terrils dépend essentiellement de la teneur en éléments récupérables de ceux-ci (10 à 12 % au minimum). Elles ne sont pas applicables aux terrils dont les matériaux proviennent de lavoirs modernes, soigneusement conduits.

C) Addition de produits spéciaux.

On ajoute parfois aux déblais déversés au terril de faibles quantités de matériaux calcaires (craie, marne). L'efficacité de ces produits pour la prévention des incendies semble très douteuse. Ils peuvent tout au plus, en neutralisant les gaz sulfureux acides (SO₂, H₂S), diminuer la pollution de l'atmosphère.

On a tenté également pour colmater les vides d'incorporer de l'argile aux déblais. De toute façon, les quantités utilisées sont beaucoup trop faibles pour avoir une influence notable sur la combustion.

D) Réduction des dimensions des terrils.

On a réussi, dans certains cas, à éliminer les incendies, ou du moins à en réduire la fréquence, en diminuant la hauteur des terrils et en la réduisant à 8 mètres. On est alors obligé d'étaler le terril sur une large surface. L'action du tirage naturel se trouve fortement diminuée, et la forme plate permet l'usage de bull-dozers pour empêcher le ravinement. Il devient d'autre part plus facile de circonscrire les incendies qui se déclencheraient éventuellement.

E) Contrôle de la granulométrie.

Pour éviter les phénomènes de ségrégation qui créent dans un terril une structure physique favorable à la combustion (voir II, B), on pourrait imaginer de concasser les pierres de fosses. Cette solution est trop onéreuse pour être pratique. Il paraît cependant indiqué de ne pas charger sur le même terril de gros blocs et de fins déblais. A cet effet, une mesure simple consiste à verser sur des terrils différents les schistes de lavoir d'une part, les terres de fosses bien écharbonnées et les pierres de triage d'autre part.

On obtient ainsi, dans le premier cas, un terril compact où les matériaux charbonneux sont à l'abri de l'air, et dans le second, un terril fortement aéré et pauvre en matériaux combustibles. En criblant les pierres de fosses et en réunissant les fins aux schistes de lavoir, on obtiendrait une répartition encore plus favorable.

Il convient d'insister tout particulièrement sur le procédé décrit ci-dessus. Outre la diminution du danger d'incendies, il présente l'avantage de réserver l'avenir au point de vue de l'utilisation des schistes de lavoir. Ceux-ci seront en effet beaucoup plus facilement récupérables que lorsqu'ils sont mélangés aux terres de fosses.

F) Elimination des causes externes.

Rappelons ici pour mémoire les mesures dont la nécessité est évidente : s'abstenir de déverser des cendres insuffisamment éteintes, empêcher de faire du feu sur ou dans le voisinage du terril, éviter le passage de tuyauteries chaudes (vapeur) à travers la masse de déblais, etc.

IV. — EXTINCTION DES TERRILS EN FEU.

Les essais d'extinction de terrils ont été peu nombreux et ont rarement été poursuivis suffisamment.

A) Action de l'eau.

La méthode paraissant la plus efficace est le déversement d'eau sur les terrils en feu. Elle n'est cependant efficace que si l'on utilise des quantités d'eau suffisantes, de l'ordre d'une centaine de m³/h. L'eau en quantité trop faible ou appliquée de façon intermittente délave les fines et crée de nouveaux passages pour l'air, pouvant aggraver l'incendie.

Pour les terrils plats, le procédé d'application le plus efficace consiste à creuser, à la surface du terril, des tranchées que l'on maintient pleines d'eau. Une autre méthode, applicable dans le cas d'une plateforme bien horizontale, consiste à entourer cette plateforme d'une petite digue et à remplir d'eau schlammeuse la cuvette ainsi formée. Le schlamm en se déposant réalise un colmatage parfait.

Pour des terrils coniques, le problème est plus difficile : il faut avoir recours à des sondages verticaux dans lesquels on pompe l'eau, souvent sous pression.

On a, dans certains cas, ajouté des produits solubles à l'eau utilisée : ammoniacale, chaux, sans qu'il soit possible de se faire une idée nette sur l'influence de ces produits. Par contre, l'addition à l'eau de matières solides en suspension (argile, craie) a permis dans plusieurs cas d'embouer ou de colmater d'une façon efficace certains terrils, tandis que l'eau pure délavait les fines et ouvrait des chenaux de circulation à l'air et aux gaz. L'emploi de cendres fines de carneaux de chaudières, mises en suspension dans l'eau, s'est révélé particulièrement favorable. Ce matériau est très mobile et pénètre mieux que l'argile dans la masse.

L'enquête a relevé 6 cas où l'emploi d'eau a permis d'éteindre le terril, 2 cas où le succès a été partiel et 5 insuccès dus apparemment à un débit insuffisant.

B) Enrobage d'argile ou de craie.

On a essayé d'éteindre des feux de terrils en les recouvrant d'argile ou de craie pour les étouffer. Par suite du dessèchement de l'argile et des affaissements dus à la combustion des schistes, il semble difficile d'assurer par ce moyen l'étanchéité de la couche protectrice. La craie donne de meilleurs résultats. Il est essentiel que la couche recouvre l'entièreté du terril. L'application de cette méthode a conduit à un succès (recouvrement total par une couche de 0,50 m) et à deux insuccès (recouvrement partiel) parmi les terrils englobés dans l'enquête.

C) Tranchées.

Des tranchées creusées dans un terril peuvent limiter l'extension du feu à condition d'être suffisamment profondes et d'être garnies d'une manière étanche (béton, argile humide), faute de quoi elles risquent d'activer le feu en créant de nouveaux passages pour l'air. Il faut évidemment que la tranchée soit creusée en dehors de la zone en combustion et atteigne si possible le sol sous-jacent.

Dans cinq cas, le creusement de tranchées répondant à ces conditions a effectivement permis de circonscrire le feu et de protéger des installations menacées.

CONCLUSIONS.

Des considérations émises dans le rapport ci-dessus résultent les recommandations ci-après :

- 1) éviter le déversement de cendrées sur le terril.
- 2) Echarbonner les terres envoyées au terril et écarter les barrés,
- 3) Contrôler de façon constante le rendement des lavoirs et recourir éventuellement au lavage à trois produits.
- 4) Déverser sur des terrils distincts, d'une part les schistes de lavoir, d'autre part les terres de fosses. Eventuellement, cribler ou concasser ces dernières et joindre les fins calibres aux schistes de lavoir, tandis que les pierres de triage rejoignent les terres de fosses. Ces mesures, dans certains cas très simples à appliquer, permettent d'escompter une réduction importante du risque d'incendie.
- 5) Développer autant que possible le remblayage et les autres utilisations des schistes de lavoir et des mixtes : combustion dans les centrales ou gazéification.

BIBLIOGRAPHIE.

- Etudes de laboratoire sur l'oxydation spontanée du charbon.*
- D'OR. — Etude de la dissociation thermique de la pyrite. - Journal de Chimie Physique. Paris 1931.
- FAYOL. — Essais sur la combustion spontanée des houilles. - Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale de Saint-Etienne. 1879. tome 8 (240 p.).
Résumé par J. VENTER dans Revue Universelle des Mines. 1946, n° 8, p. 288-290.
- HALDANE and MAC GILL. — Spontaneous oxidation of coal. - Colliery Guardian 1934, 9 novembre, p. 861.
- I. MIYAGAWA. — Pyritic oxidation in relation with spontaneous combustion of coal. - Kyushu Imperial Engineering University, 1930, n° 5, p. 295.
- G. SANCHEZ MARCO. — Oxidación espontánea del carbón. - Combustibles (Zaragoza, Espagne) 1947, juillet p. 124, octobre, p. 163. 126 références.
- H. WINTER und G. FREE. — Die Sauerstoffabsorption der Kohle im feuchten Luftstrom. - Glückauf 1931, 2 juillet, p. 603.
- Stockage de charbon.*
- M. BLANKE. — Verhüten von Kohlenbränden. — Archiv für Wärmewirtschaft, 1935, avril, p. p. 97-99 (9 références).
- FUEL RESEARCH STATION. — Testing temperatures in coal dumps. - Fire Protection Association Journal. 1949. Janvier — Gas Times, 1949, 25 février, p. 217 — Mechanical World, 1949, 25 février, p. 213.
- Y. HURYSZ. — Stockage à long terme des charbons fins (en polonais) Przegląd Gorniczy 1949, janvier, p. 32.
- V. KAMMERER. — Altération et combustion spontanées de la houille. - Bulletin des Associations Françaises de Propriétaires d'Appareils à Vapeur, 1930, n° 42, p. 275.

Incendies de terrils.

- J. CARR. — Burning colliery spoil banks (Abatement practice using lime waste). - Iron and Coal Trades Review, 1949, 7 octobre, p. 855. — Transactions of the Institute of Mining Engineers, 1948, janvier p. 169.
- J. CARR. — Smoke abatement. The problem of burning colliery spoil banks. - Colliery Guardian, 1949, 13 octobre, p. 459.
- W. A. DAMON. — Water spraying for burning spoil banks. - Iron and Coal Trades Review 1949, 14 octobre, p. 899.
- D. HARRINGTON and J. H. EAST. — Burning refuse dumps at coal mines. - U.S.A. Bureau of Mines, Information Circular n° 7439, mars 1948.
Traduction : Annales des Mines de Belgique, 1949, 1^{er} juillet, p. 427.
- H. F. HEBLEY. — The problem of controlling gob pile fires. - Mining Congress Journal 1948, novembre, p. 36.
Traduction Annales des Mines de Belgique, 1949, 1^{er} novembre, p. 769.

H.F. HEBLEY. — The problem of controlling gob pile fires. - Coal Mine Modernization, 1950, p. 336.

MINISTRY of HEALTH (Grande-Bretagne) — Reports of the Chief Alkali Inspector. H. M. Station. Off., 84 th Annual Report (1947)

Résumés : Iron and Coal, 1949, 18 février, p. 359. — Colliery Guardian 1949, 3 mars, p. 299.

Traduction : Annales des Mines de Belgique, 1949, 1^{er} juillet, p. 433.

85 th Annual Report (1948)

Résumé : Colliery Guardian, 1949, 18 août, p. 212. 86 th Annual Report (1949).

Résumés : Iron and coal, 1950, 25 août, p. 386. — Colliery Guardian, 1950, 17 août, p. 185.

E.T. POWELL. — Preventing and extinguishing fires in refuse banks. - Coal Mine Modernization, 1950, p. 342.

X. — Spoil Heaps. - Colliery Guardian, 1950, 27 juillet, p. 81.

Le fonçage des puits de mines à plus de 1000 mètres de profondeur à travers les sables bouillants

par M. BIQUET,
Ing. Civil des Mines A.I.Lg.

SAMENVATTING

Voor het delven van nieuwe schachten in de Kempen komt alleen de bevroeringsmethode in aanmerking. De schrijver van dit artikel bestudeert de toepassingsmogelijkheden ervan voor schachten met een diepte van 1000 m of meer.

De theorie van Lebreton wijst op een begrenzing van het toepassingsgebied tot een middelmatige diepte: tengevolge van de warmteuitwisselingen tussen dalende en stijgende loogstromen ontstaat het grootste deel van het koeffect in het bovenste deel van de diepe bevroeringsboringen, en het schijnt onmogelijk, tenzij na zeer lange tijd, een ijswand met voldoende weerstand op grote diepte te verwezenlijken.

Om aan dit euvel te verhelpen stelt schrijver twee werkwijzen voor, die samen toegepast kunnen worden: een trapsgewijze, van boven naar onder uitgevoerde bevroering, en het calorifugeren van de binnwand ervan. Door gelijktijdig van deze twee hulpmiddelen gebruik te maken zouden de grootste diepten kunnen bereikt worden die tegenwoordig in aanmerking komen.

Verder heeft de schrijver talrijke en belangwekkende proeven uitgevoerd over de breukvastheid van monsters bevroren grond op temperaturen van -5° tot -20° C en met verschillende watergehalten en aanstampingsgraden. De breukvastheid neemt met diepere bevroeringstemperaturen toe, en neemt sterk af wanneer het porieënvolume toeneemt.

Met een porieënvolume van 10 % bedraagt de vastheid onder snelle belasting van 70 tot 200 kg/cm² volgens de temperatuur en het gebruikt grondmateriaal. Zij is meer dan tien maal groter als de vastheid van zuiver ijs en is des te groter naargelang de korrelsamenstelling van de grond grover is.

De proeven met langzaam stijgende belasting wijzen op een samendrukking van de monsters die, in functie van de tijd, naar een asymptotische waarde streeft. Boven en bepaalde grensbelasting echter (van 20 tot 70 kg/cm² volgens de temperatuur en het materiaal) verkrijgt men geen stabilisatie meer: de monsters ondergaan een onbeperkte plastische vervorming.

RESUME

Pour les creusements de puits à foncer éventuellement en Campine dans l'avenir, seule la méthode par congélation est à retenir. L'auteur étudie la possibilité de son application à des puits de 1000 m et plus de profondeur.

La théorie de Lebreton indique une limitation à l'emploi du procédé dès les profondeurs moyennes: à cause des échanges thermiques dans les tubes congélateurs entre les courants de saumure descendant et ascendant, l'effet frigorifique s'exerce surtout dans les parties supérieures des sondages profonds et il paraît impossible, si ce n'est après un temps très long, de réaliser un mur de glace résistant à grande profondeur.

Pour remédier à cette situation, l'auteur envisage deux procédés qui peuvent être appliqués simultanément: la congélation progressive par passes descendantes et le calorifugeage, au moyen d'une couche d'ébonite spéciale, de la face interne des tubes congélateurs véhiculant la saumure descendante. La combinaison de ces deux moyens permettrait d'atteindre les plus grandes profondeurs envisagées actuellement.

L'auteur a, d'autre part, exécuté des essais nombreux et instructifs sur la résistance d'échantillons de sols congelés à des températures variant de -5° à -20° C et à des degrés de compacité et d'humidité très fort quand le coefficient de vides augmente.

Avec un coefficient de vides de 10 %, la résistance sous une charge appliquée rapidement varie de 70 à 200 kg/cm² selon la température et le matériau employé. Elle est plus de dix fois supérieure à celle de la glace pure et est d'autant plus forte que la granulométrie du sol congelé est plus grossière.

Les essais de mise en charge lente conduisent à un affaissement qui se stabilise d'une manière asymptotique en fonction du temps. Au delà d'une certaine charge limite cependant (de 20 à 70 kg/cm² selon la température et le matériau), on n'obtient plus de stabilisation et les échantillons fluent indéfiniment.

INTRODUCTION

Parmi les problèmes qui se poseront à brève échéance à l'industrie charbonnière en Belgique se présentera évidemment celui de l'extension de la mise à fruit du Bassin de la Campine. Les Sociétés qui exploitent déjà devront penser à créer de nouveaux sièges et l'Etat se doit d'envisager la mise en exploitation des parties qu'il s'est réservées dans ce bassin.

Or, on sait que le toit du terrain houiller va en s'approfondissant vers le nord et vers l'ouest. Il en résulte qu'à part quelques rares exceptions, tous les nouveaux puits à creuser devront atteindre des profondeurs de plus en plus grandes. Le record de profondeur est actuellement détenu par les charbonnages de Houthaalen dont les puits eurent à traverser 625 à 655 mètres de morts terrains, tandis que le record des difficultés vaincues appartient aux charbonnages d'Helchteren et Zolder dont les puits eurent à traverser 620 mètres de morts terrains, mais pour des diamètres utiles de 5,00 m et 6,00 m, alors que le diamètre utile des puits de Houthaalen n'était que de 5,00 m.

Ce sont là certainement des performances magnifiques; mais, comment s'y prendra-t-on pour résoudre le problème quand on aura à traverser 800, 1000, 1500, voire 2000 mètres de profondeur?

Telle est la question à laquelle nous pensons donner la réponse adéquate dans le présent article.

Méthode de fonçage à employer (1)

Le choix du procédé à employer pour creuser un puits en terrain aquifère est une question très délicate et qui ne peut être résolue qu'après une étude approfondie de toutes les conditions du problème. Les trois procédés qui actuellement ont encore droit de cité — cimentation, niveau plein (système Honigmann) et congélation — demandent l'un comme l'autre l'intervention de spécialistes expérimentés.

Chacun de ces procédés présente des avantages et des inconvénients. Nous les avons indiqués précédemment (1). Pour nous résumer, nous dirons que, dans l'état actuel de la technique:

1) le procédé de cimentation, à condition qu'il s'adresse à des terrains cimentables uniquement, sera généralement le plus économique tout en donnant une sécurité suffisante: il devient impraticable dès qu'on rencontre des sables bouillants;

2) le procédé Honigmann a également l'avantage d'être économique, peut-être plus encore que

(1) Voir M. Biquet, — « Le Fonçage des Puits de Mine en terrains aquifères — Les principaux procédés spéciaux » Bibliothèque Scientifique Belge 1934.

le précédent, à condition qu'il s'adresse à des terrains tendres, que le diamètre utile du puits ne soit pas très grand et que le puits ne doive pas être creusé à trop grande profondeur. Mais il perd ces avantages d'autant plus rapidement qu'il rencontre plus de terrains durs, que le diamètre utile et la profondeur à creuser augmentent. Il arrive un moment où il coûte alors plus cher, non seulement que le procédé de cimentation, mais même que la congélation. Il ne peut d'autre part s'employer quand on a affaire à des terrains absorbants:

3) le procédé de congélation a contre lui son prix, surtout pour les faibles profondeurs; mais tandis que les deux précédents ne peuvent s'employer que dans des cas bien spécifiés, la congélation peut affronter tous les cas possibles: sables bouillants, terrains durs ou tendres, spongieux ou fissurés, absorbants ou contenant de l'eau stagnante ou courante ou même jaillissante, voire des solutions salines ou pétrolifères, et donner malgré cela toutes les garanties possibles de réussite.

Comme nous l'avons dit plus haut, il peut concurrencer le procédé Honigmann dès qu'il s'agit de terrains durs, de grands diamètres et de grandes profondeurs.

En ce qui concerne la Campine, le procédé de cimentation ne peut entrer en ligne de compte puisqu'on y rencontre plusieurs niveaux, et très importants, de sables bouillants (à Zolder: 98 mètres, 111 mètres, 56 mètres et 12 mètres d'épaisseur) et une couche de tuffeau (à Zolder: 116 mètres d'épaisseur), terrains qui sont absolument incimentables.

Quant au procédé Honigmann, à partir de 500 mètres et même avant cette profondeur, il ne peut plus concurrencer le procédé de congélation ni comme prix ni comme vitesse d'avancement. On ne pourrait réellement penser à recourir à lui, malgré les difficultés énormes qu'il aurait à vaincre, que si le procédé de congélation se révélait inemployable.

Hureusement cette dernière supposition ne se réalisera pas comme nous allons le démontrer. C'est donc uniquement de la congélation que nous allons traiter.

PREMIERE PARTIE

THEORIE DE LA CONGELATION

Depuis les succès remportés en Campine belge par le procédé de la congélation, tout le monde connaît, au moins approximativement, cette méthode de fonçage. Elle consiste à former, autour de l'endroit où l'on doit creuser le puits, un mur de

terrain gelé à l'abri duquel on peut faire le creusement et le revêtement. Pour former ce mur de glace, on creuse sur un diamètre extérieur et concentrique à celui du puits à creuser un certain nombre de sondages, allant jusqu'à la base des terrains aquifères à traverser. Dans chaque sondage, on place un tube en acier, de 13 cm environ de diamètre, fermé à la partie inférieure; dans ce premier tube, on en place un second en acier également, de 50 à 60 mm de diamètre environ, et qui s'arrête à un mètre de la base du gros tube. Par le petit tube, on fait descendre une solution froide qui, arrivée au fond, remonte entre les deux tubes. Cette solution froide, par son contact avec le gros tube, refroidit celui-ci ainsi que le terrain aquifère qui l'entoure; il se forme, autour de chaque gros congélateur, un cylindre de glace qui grossit jusqu'à aller joindre le cylindre entourant le congélateur voisin.

Tous ces cylindres réunis constituent le mur de glace hermétique à l'abri duquel peut se faire le creusement. La solution froide est tout simplement une saumure de CaCl_2 ou MgCl_2 . Pour refroidir cette saumure avant départ et la refroidir à son retour des circuits congélateurs (en effet, en refroidissant le terrain, elle s'est elle-même réchauffée), on se sert de machines frigorifiques qui sont basées sur l'évaporation d'un gaz liquéfiable lequel est généralement soit l'ammoniaque, soit l'anhydride carbonique, l'anhydride sulfureux ou le chlorure de méthyle.

Dès 1885, M. Lebreton, alors encore étudiant, qui devait par la suite devenir Inspecteur Général des Mines de France, avait fait la théorie des phénomènes se passant autour d'un congélateur. Il considère la molécule de saumure m qui remonte entre les deux congélateurs et qui est soumise à deux actions : 1) refroidissement de la part de la saumure qui descend dans le petit congélateur; 2) réchauffement de la part du terrain entourant le gros congélateur (fig. 1), appelant :

- θ_0 la température de la saumure à l'entrée du petit congélateur,
- θ_1 la température de la saumure au fond du gros congélateur,
- θ_2 la température de la saumure à la sortie du gros congélateur,
- P le poids de saumure circulant à l'heure dans le congélateur,
- c la chaleur spécifique de la saumure,
- H la hauteur du congélateur (hauteur à congeler),
- q le rayon du petit congélateur,
- η l'épaisseur du petit congélateur,
- γ le coefficient de conductibilité du métal du petit congélateur (ici l'acier),
- π le rapport de la circonférence au diamètre,

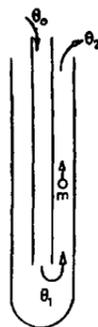


Fig. 1. — Circulation de la saumure dans un tube congélateur

M. Lebreton établit la relation suivante entre ces divers éléments :

$$\theta_1 - \theta_2 = (\theta_2 - \theta_0) \left(1 - \frac{\pi \rho \gamma}{c P \eta} H\right) \quad (A)$$

Pour établir cette formule, M. Lebreton a fait une hypothèse primordiale : c'est que la perte de température de la solution se fait suivant une loi linéaire, autrement dit que la température de la saumure à un niveau donné est fonction en chaque endroit, toutes choses égales d'ailleurs, de la distance de ce niveau à l'origine, c'est-à-dire de sa profondeur par rapport au sol.

Cette hypothèse est évidemment très vraisemblable, mais ce n'est qu'une hypothèse et elle méritait d'être contrôlée. C'est ce que nous avons pu faire en relevant les épaisseurs de glace trouvées le long d'un congélateur fonctionnant du haut en bas dans de l'eau pure, qui n'est après tout qu'un terrain à 100 % d'eau, mais qui présente l'avantage d'être homogène et d'avoir par conséquent, du haut en bas du congélateur, les mêmes caractéristiques au point de vue conductibilité calorifique. Les résultats obtenus ayant été trouvés parfaitement conformes à la théorie, nous estimons avoir le droit de considérer la formule de Lebreton comme exacte.

Si on considère la formule (A)

$$\theta_1 - \theta_2 = (\theta_2 - \theta_0) \left(1 - \frac{\pi \rho \gamma}{c P \eta} H\right)$$

on en déduit que, si le froid reçu par la molécule m de la part du congélateur intérieur se transmet instantanément et intégralement au terrain, on aura $\theta_2 = \theta_1$, c'est-à-dire que le rempart de glace formé autour du congélateur sera un cylindre.

Le premier terme de l'équation devient en ce cas égal à 0.

Comme $(\theta_2 - \theta_0)$ est essentiellement différent de zéro, il vient :

$$1 - \frac{\pi \rho \gamma}{c P \eta} H = 0$$

$$\text{D'où :} \quad H = \frac{c P \eta}{\pi \rho \gamma} \quad (B)$$

formule qui donne la profondeur à laquelle on peut obtenir le cylindre de terrain gelé autour d'un congélateur.

On peut voir que, si H est inférieur à cette valeur, la forme du rempart de glace est celle d'un cône droit; au contraire, si H est supérieur à cette valeur, la forme du rempart de glace est un cône renversé dont la génératrice est d'autant plus inclinée que la profondeur devient plus grande.

Or, si l'on donne à c , P , η , q et γ les valeurs habituelles de la pratique, on tire de cette formule $H =$ environ 60 mètres.

Ainsi donc, il s'ensuivrait qu'il est impossible de creuser avec sécurité en-dessous de 60 mètres de profondeur, la sécurité nécessitant au moins, semble-t-il, le cylindre autour de chaque congélateur.

Nous avons nous-même montré autrefois (2) que la transmission du froid se fait moins rapidement dans la glace, et surtout dans l'eau, que dans le terrain sec. La conséquence de ceci se fait surtout sentir avec le temps. Et c'est grâce à ce dernier phénomène qu'on a pu arriver à congeler à plus grande profondeur avec la sécurité voulue. Mais cela s'est fait au détriment du prix de revient, puisque la congélation a dû durer plus longtemps. On a pu cependant raccourcir cette durée en composant la colonne de petits congélateurs de trois ou quatre parties à diamètre croissant vers le bas. La molécule de saumure descendante, circulant plus rapidement à la partie supérieure, avait moins de temps pour céder son froid à la molécule remontant entre les deux congélateurs et, arrivant donc plus froide au fond, voyait son action augmenter à la partie inférieure; en autres termes, on avait ainsi redressé la génératrice du cône renversé formant rempart de glace autour d'un congélateur.

Mais jusqu'où pourra-t-on, avec succès, employer ces mêmes procédés? Etudions d'abord le cas où nous aurions à creuser un puits de 1.000 m de profondeur et de 6,00 m de diamètre utile.

Nous prendrons comme congélateurs des tubes en acier de 135-150 mm et, comme petits congélateurs, des tubes en acier de 50-60 mm. La section de passage dans le petit congélateur est de 19,5 cm² environ et celle de la couronne entre les deux tubes, de 122 cm² environ.

Reprenons cette formule (B)

$$H = \frac{c P \eta}{\pi \rho \gamma}$$

Il s'agirait d'obtenir une plus grande valeur de H , en agissant sur les variables du second membre de l'équation. On ne peut guère augmenter c et P au delà de ce qui se fait habituellement et π est une constante. On a toujours considéré jusqu'à maintenant γ comme une constante, parce que c'est le coefficient de conductibilité calorifique de l'acier. Il reste η et q qu'on peut faire un peu varier, mais ces valeurs travaillent en sens inverse l'une de l'autre.

Voyons cependant ce qu'on obtiendrait en augmentant la valeur de P . Avec une pression de 10 kg aux pompes de circulation de la saumure, nous pourrions passer au maximum 10,7 m³ de saumure à l'heure dans chaque congélateur, soit un poids de 13.500 kg environ, et cela donnerait une vitesse de circulation de 1,50 m par seconde dans le petit congélateur. Dans ces conditions, jusqu'à quelle profondeur peut-on obtenir un cylindre autour de chaque congélateur? En appliquant la formule (B), on trouve :

$$H = \text{environ } 150 \text{ mètres.}$$

La théorie de Lebreton permet de déterminer quel sera le rayon de la section du rempart de glace autour d'un congélateur à une profondeur y en fon-

tion du rayon à la surface; il est donné par la formule :

$$r_y = r_0 \times e^{ah} \quad (C)$$

dans laquelle

- r_y = rayon à la profondeur y
- r_0 = rayon à la surface
- e = base des logarithmes népériens
- h = profondeur de la congélation

$$\alpha = \frac{2 K \pi}{c P} \times \frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_2 - \theta_0} \quad (D)$$

Dans cette dernière formule, K = la conductibilité moyenne du terrain qu'on prend généralement égale à 2.

Appliquons ces formules (C) et (D) dans les conditions indiquées ci-dessus et cherchons le rayon à 1.000 mètres de profondeur pour un rayon de 1 m à la surface. On trouve :

$$\alpha = -0,0095 \quad r_{1000} = 0^{m}0007$$

Ces résultats sont absolument décevants.

Pourrait-on aller plus loin dans ce sens ?

Avec une pression aux pompes de circulation de saumure de 26 atmosphères, on pourrait envoyer à l'heure 21 m³ de saumure dans chaque congélateur, soit un poids de 26.250 kg. Ce sont là des conditions déjà bien anormales. Toutes les tuyauteries à saumure seraient soumises à cette pression de 26 atmosphères. Quelle épaisseur devraient-elles avoir et que de difficultés à en maintenir les joints étanches ! Et cependant les résultats obtenus ainsi n'en seraient guère améliorés. La formule (B) nous donnerait $H = 240$ m.

Quant au rayon du rempart de glace autour d'un congélateur pour un rayon de 1 mètre à la surface, il serait à 1.000 m de 0,115 m. Ce n'est évidemment pas là une solution. Même en tenant compte des correctifs cités précédemment, il faudrait des années pour former le rempart de glace. Oserait-on affronter le problème avec de telles perspectives ?

Congélation fractionnée.

Une autre façon de résoudre la question se présente d'abord à nous. Les morts-terrains qui recouvrent le terrain houiller ne sont pas composés uniquement de sables bouillants. Nous connaissons ceux qui furent rencontrés dans les puits creusés et qui se retrouveront avec quelques changements d'épaisseurs dans les futurs puits à creuser.

A Helchteren-Zolder par exemple, il y avait trois couches de sables bouillants :

- 1) de 5 à 108 m avec niveau hydrostatique à 2,00 m de la surface.
- 2) de 178 à 291 m avec niveau hydrostatique à 17,00 m de la surface.
- 3) de 588 à 597 m avec niveau hydrostatique à 95,00 m de la surface, et en outre une couche de tuffeau de 350 à 450 m, avec niveau hydrostatique à 16,00 m de la surface.

(2) Voir référence ci-dessus.

Quand nous eûmes à étudier la congélation de deux puits à travers ces terrains, nous avons pensé que l'on pourrait résoudre le problème de trois façons différentes. Les sondages étant faits et garnis de gros congélateurs, on peut soit : a) descendre les petits congélateurs à 1 m du fond; c'est la congélation ordinaire; soit b) descendre les petits congélateurs jusqu'à 300 m pour congeler les deux premiers niveaux; ceux-ci congelés, on peut commencer le creusement, tandis qu'on descend les congélateurs à 620 m pour congeler les deux autres niveaux; soit c) au lieu de descendre les congélateurs à 620 m quand on commence le creusement, les porter d'abord à 470 m pour congeler le troisième niveau et, celui-ci fermé, les descendre à 620 m.

Le calcul prouve que, dans le premier cas, c'est-à-dire la congélation en une seule passe, si l'on dispose d'une puissance frigorifique de 1.000.000 de frigories/heure à -20° , la durée de la congélation est d'un peu plus d'un an. Si l'on fractionne en deux passes (cas b), la durée est ramenée à 8 1/2 mois; si l'on fractionne en trois passes (cas c), la durée devient 7 1/2 mois (3). De plus, alors qu'on ne peut commencer le creusement dans le premier cas qu'après formation du mur complet, dans les deuxième et troisième cas, on peut le commencer après fermeture des deux premiers niveaux, soit après trois mois.

Cela est évidemment intéressant. Toutefois, cet avantage de commencer plus tôt le creusement se réduira généralement à peu de chose; on sait en effet que, pour s'assurer de la fermeture du mur de glace, il suffit de suivre les variations du niveau d'eau dans un sondage disposé au centre du puits et non muni de colonne congélatrice. Dans le cas de plusieurs niveaux aquifères, ce sondage est pourvu de plusieurs tubages concentriques dont chacun atteint un de ces niveaux, le plus intérieur allant jusqu'au niveau le plus bas. Chacun de ces tubages, grâce à une frette étanche à la base, sépare les divers niveaux aquifères.

On sait qu'un litre d'eau en se gelant donne environ 1,1 litre de glace. Dès que le mur de glace est fermé, l'augmentation de volume, due à la congélation de l'eau restant emprisonnée, refoule l'eau non encore congelée dans le tube central prévu ad hoc et dans lequel on voit le niveau monter au fur et à mesure du renforcement du mur de glace.

On peut donc voir les divers niveaux se fermer l'un après l'autre.

On devrait donc, si l'on fait la congélation fractionnée et si l'on commence le fonçage après fermeture du premier niveau, maintenir dans le puits en creusement, par des poutrelles placées judicieusement, les tubages du sondage central qui atteignent les niveaux inférieurs. Cela deviendrait fort encombrant et coûteux si l'on devait faire ce travail sur des hauteurs considérables.

Cette solution n'est donc pas l'idéale.

(3) A Zolder, où on fit la congélation en une passe, on porta la puissance à 1.500.000 frigories/heure à -20° et la fermeture dura 7 1/2 mois.

Reprenons notre formule (B).

$$H = \frac{c P \eta}{\pi \rho \gamma}$$

Il s'agit toujours de rechercher comment on pourrait obtenir une très grande valeur pour H. Nous avons vu qu'agir sur P ne conduit pas à grand-chose, qu'on a toujours considéré γ comme une constante, vu que c'est le coefficient de conductibilité calorifique de l'acier, et qu'enfin η et ρ ne peuvent guère varier et travaillent d'ailleurs en sens inverse l'un de l'autre.

Cependant nous avons pensé à agir à la fois sur ces trois variables en formant le petit congélateur de deux tubes concentriques de 50-60 mm et de 70-80 mm respectivement. Ainsi le rapport η/ρ passait de la valeur $5/60 = 1/12 = 4/48$, à $15/40 = 3/8 = 18/48$. Déjà de ce fait, la valeur de H était multipliée par 4,5. De plus la couche d'air de 5 mm stagnant entre les deux tubes devait réduire considérablement la valeur de γ , à moins de (1/10) peut-être de celui de l'acier. En modifiant ainsi ces diverses variables, on multipliait par 45 la valeur de H, c'est-à-dire la profondeur à laquelle on pouvait obtenir le cylindre autour d'un congélateur, et atteindre ainsi plus de 2.000 mètres.

Cette solution, très attrayante au premier abord, le devenait beaucoup moins après un examen approfondi. En effet, il fallait, pour obtenir les résultats désirés, être sûr que les deux petits tubes formant le petit congélateur se placeraient bien concentriquement l'un par rapport à l'autre. Sans doute, pouvait-on réaliser la chose au moyen de manchons de jonction spéciaux entre ces deux tubes. Mais outre que cela allait nécessiter des manœuvres très compliquées au montage, cela présentait l'inconvénient de donner à ces endroits une surépaisseur toute en acier, à travers laquelle les frigories pouvaient passer très facilement formant en définitive, autour du congélateur, un rempart en grains de chapelet. Et cet inconvénient est très grave car il se pourrait, de ce fait, que certains volumes de terrains aquifères soient entièrement enfermés dans la glace. La congélation se continuant, on créerait à ces endroits des pressions formidables sur les congélateurs, ce qui écraserait ceux-ci; d'où fuites de saumure avec toutes leurs conséquences pouvant aller jusqu'à rupture du mur de glace et inondation du puits.

Il n'était pas la solution. Il fallait constituer le petit congélateur de façon que la conductibilité fût identique du haut en bas tout en étant la plus faible possible, et en même temps d'une matière assez résistante pour que la section supérieure fût capable de supporter le poids d'une colonne de 1.000, 1.500, voire 2.000 mètres et plus. Ainsi qu'on le verra par les expériences décrites ci-après, nous avons trouvé la solution en constituant le petit congélateur d'un tube en acier de 60-70 mm, garni intérieurement d'une couche de 6 mm d'un dérivé spécial du caoutchouc; un tube ainsi constitué a un coefficient de conductibilité 34 fois moindre que celui de l'acier.

D'autre part : η/ρ devient $11/70 = 66/420$ au lieu de $5/60 = 35/420$.

Le problème est donc résolu, car H est multiplié par $(66 \times 34)/35 = 63$ et atteint 3.780 mètres.

Expériences réalisées.

Comme dit plus haut, il s'agissait donc de trouver pour le congélateur intérieur une matière ayant une résistance à la traction suffisante pour que la section supérieure puisse supporter le poids de la colonne entière et dont, d'autre part, le coefficient de conductibilité calorifique fut le plus petit possible.

Nous avons pensé tout d'abord à constituer l'appareil d'expérience d'un bac en tôle complètement calorifugé sur toutes ses faces. Des rainures dans lesquelles on pouvait glisser les matières à essayer sous forme de plaques d'un mètre sur un mètre pouvaient séparer ce bac en deux compartiments identiques, munis chacun d'un agitateur également identique. Dans l'un des compartiments on pouvait maintenir un liquide, de l'eau par exemple, à une température déterminée et mesurer la variation des températures de l'autre. Il semblait que toutes les influences extérieures étant exactement les mêmes dans les deux bacs, on pouvait ainsi facilement déterminer le coefficient de conductibilité calorifique de la matière de la plaque séparatrice.

En réalité, cet appareil ne convenait nullement. Tout d'abord il était très compliqué de maintenir exactement pendant toute la durée de l'expérience la même température, supposons 30 ou 35° , dans un des compartiments, tandis qu'on mesurait dans l'autre l'élévation de température d'une eau qui au début avait la température ambiante. En second lieu une erreur, même faible, dans la lecture des températures modifiait les résultats d'une façon importante, vu la masse d'eau, d'environ 500 litres, contenue dans chaque compartiment; ainsi $1/10$ de degré d'erreur représentait 50 calories.

Aussi, nous ralliant aux conseils judicieux qui nous ont été donnés, avons-nous pris d'autres dispositions (fig. 2.)

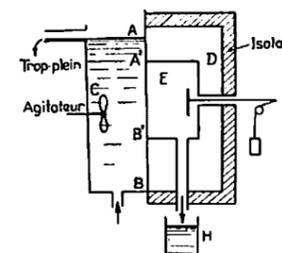


Fig. 2. — Dispositif expérimental pour la mesure des coefficients de conductibilité thermique de matériaux divers en plaques.

La tôle AB soumise à l'essai sert de paroi commune à deux réservoirs C et D.

C contient de l'eau maintenue à température constante par une circulation d'eau de la distribution.

D contient de la glace fondante à 0° .

On mesure le flux de chaleur traversant la paroi A'B' de section $0,5 \times 0,5$ m, le cadre restant de paroi AB de 1×1 m servant d'anneau de garde. Le réservoir E contient de la glace sèche à 0° et la mesure du flux de chaleur, ayant traversé A'B', résulte de la quantité d'eau de fusion recueillie en H.

Le réservoir D est calorifugé.

Lors des premières mesures, la glace sèche déposée en E se trouvait sous forme de fragments plus ou moins gros; l'agitateur indiqué sur la figure n'existait pas. On fit d'abord des mesures sur une plaque d'acier afin de vérifier si les résultats obtenus concorderaient avec les résultats connus pour l'acier. C'était en somme la vérification de la valeur de l'appareil.

Les valeurs trouvées furent beaucoup trop faibles, la valeur de γ était de l'ordre de 0,675 (en calories par m^2 sur 1 m d'épaisseur pour 1° C de différence de température). On remarqua alors :

- 1) que la température en C était peu uniforme, et notamment que le long de la paroi froide glissait vers le bas une lame d'eau de plus en plus froide; ce fut la raison de l'adjonction de l'agitateur placé dans la cuve C;
- 2) la fusion de la glace en E était beaucoup plus active à la partie supérieure et nulle ou presque nulle à la partie inférieure.
- 3) la face de la tôle en A'B' n'était que partiellement en contact avec la glace; l'air compris entre les morceaux de glace constituait une résistance thermique très considérable vis-à-vis de celle de la tôle.

Pour diminuer ce dernier inconvénient, la glace placée en E a été constituée par un bloc unique. Dès l'établissement du régime, le débit d'eau de fusion, fut très régulier, mais la valeur de γ trouvée égale à 1,358 était encore beaucoup trop faible.

On constata la persistance de l'inconvénient exposé au 2^o. Ceci put s'expliquer par l'existence d'une lame d'eau de fusion entre la tôle et le bloc de glace; cette lame s'écoule vers le bas et son importance augmente du haut vers le bas. Elle a elle-même une résistance thermique qu'on ne peut pas apprécier à cause de son mouvement et de son épaisseur inconnue et variable, mais qui est considérable vis-à-vis de celle de la tôle. Pour chercher à remédier à cet inconvénient, on a ajouté le dispositif visible sur la figure, qui est destiné à appuyer d'une façon continue le bloc de glace contre la paroi expérimentée, et ce, avec un effort d'une dizaine de kilos. Les débits d'eau de fusion furent extrêmement réguliers. Mais la valeur de γ trouvée égale à 4,35 restait encore trop faible et, d'autre part, le régime de fusion triangulaire subsistait.

On recommença les expériences dans les mêmes conditions, mais avec un bloc de glace de hauteur réduite, de même largeur. Pour une hauteur de 17,5 cm (soit donc une surface de fusion de $50 \times 17,5$ cm), γ devient 7,14, mais toujours avec une fusion sensiblement triangulaire. Pour une hauteur de 5 cm, γ fut trouvé égal à 11,8 avec un régime de fusion très sensiblement rectangulaire.

Il semble qu'il y aura là une erreur systématique qu'il ne sera pas possible d'éliminer complètement. Il est toutefois à observer que, si la valeur de 11,8 est encore un peu trop faible vis-à-vis des valeurs citées habituellement :

- il s'agit d'une tôle brute dont les deux faces portent toujours de l'oxyde de laminage;
- cette tôle est en acier ordinaire du commerce et peut présenter une certaine zone de ségrégation;
- les valeurs qu'on cite habituellement pour γ sont généralement le coefficient de passage air à acier, tandis qu'ici il s'agit du passage eau à acier qui est moins connu.

Quoi qu'il en soit, nous avons estimé que notre appareil réaliserait des conditions d'exactitude très suffisantes pour le but industriel poursuivi. Nous passâmes donc à l'essai de tôles garnies d'un dérivé du caoutchouc, espèce d'ébonite spéciale, fabriqué à notre demande. Nous l'appelons « ébonite » dans ce qui suit. Les résultats obtenus furent les suivants :

A. Tôle garnie du côté glace d'une couche de 3 mm d'ébonite. La mesure fut faite avec un bloc de glace de 48 cm de largeur et 15 cm de hauteur.

On trouva : γ total = 0,56.

On peut tirer de là, par la formule connue, la valeur de γ ébonite

$$\gamma_{\text{total}} = \frac{\epsilon_{\text{total}}}{\frac{\epsilon_{\text{acier}}}{\gamma_{\text{acier}}} + \frac{\epsilon_{\text{ébonite}}}{\gamma_{\text{ébonite}}}}$$

$$\text{ou } 0,56 = \frac{8}{\frac{5}{11,8} + \frac{3}{\gamma_{\text{ébonite}}}}$$

$$\text{D'où : } \gamma_{\text{ébonite}} = \frac{3}{\frac{8}{0,56} - \frac{5}{11,8}} = \text{environ } 0,216$$

Rem. : section de la glace après essai : légèrement trapézoïdale.

B. Tôle recouverte sur les deux faces de 3 mm d'ébonite. Le bloc de glace a, comme à l'expérience précédente, 48 cm de largeur sur 15 cm de hauteur. On trouva : γ total = 0,526.

En appliquant les valeurs trouvées plus haut, on aurait :

$$\gamma_{\text{total}} = \frac{\epsilon_{\text{total}}}{\frac{\epsilon_{\text{acier}}}{\gamma_{\text{acier}}} + \frac{2 \times \epsilon_{\text{ébonite}}}{\gamma_{\text{ébonite}}}}$$

$$= \frac{11}{\frac{5}{11,8} + \frac{6}{0,216}} = \text{environ } 0,378$$

C. Tôle recouverte de 6 mm d'ébonite sur une face (côté glace).

On a trouvé $\gamma = 0,554$, donc pratiquement la même valeur que dans l'essai précédent.

En résumé de ces expériences, on peut donc admettre :

$$\gamma \text{ acier } 5 \text{ mm} = 11,8$$

$$\gamma \text{ acier } 5 \text{ mm} + \text{ébonite } 3 \text{ mm} = 0,56 \text{ soit environ } 21 \text{ fois moins que l'acier seul}$$

$$\gamma \text{ acier } 5 \text{ mm} + \text{ébonite } 6 \text{ mm} = 0,350 \text{ soit environ } 34 \text{ fois moins que l'acier seul.}$$

Application.

Passons à l'application des résultats ci-dessus obtenus. Une première remarque s'impose. Nous venons de voir que le coefficient γ pour l'acier était de 11,8. Or lorsque les premières études sur la congélation furent faites (4), on avait adopté pour ce coefficient la valeur de 4. Les expériences à ce sujet n'étaient pas très nombreuses et probablement n'avaient-elles pas été faites avec tout le soin voulu. Depuis lors, on ne s'inquiéta pas beaucoup de rechercher ce qu'il en était et l'on continua de se servir de cette valeur. C'est avec elle que furent faits les calculs dont les résultats ont été donnés plus haut.

Il est toutefois à remarquer que cette valeur de γ était trop faible et que, si nous avions pris 11,8, nous aurions obtenu des résultats encore plus défavorables dans les calculs précédemment exposés.

Voyons les résultats que nous obtiendrions en employant comme petits congélateurs des tubes en acier garnis d'ébonite. Nous nous remettons dans les mêmes conditions qu'indiqué précédemment et que nous rappelons : 10 kg de pression aux pompes à saumure, soit une circulation de 10,7 m³, ou 13,500 kg environ par heure et par congélateur d'une saumure à 1,25 de densité dont la chaleur spécifique est de 0,691.

1^{er} cas. — Tubes en acier garnis intérieurement de 3 mm d'ébonite.

La profondeur à laquelle on peut atteindre le cylindre comme rempart de glace autour de chaque congélateur est de 881 mètres.

En dessous de cette profondeur, on obtiendra donc le cône renversé.

Puits de 1.000 m. — Pour 1 m de rayon à la surface, on aura à 1.000 m : 0,820 m.

Puits de 1.500 m. — Pour 1 m de rayon à la surface, on aura à 1.500 m : 0,240.

Puits de 2.000 m. — Pour 1 m de rayon à la surface, on aura à 2.000 m : 0,053 m.

2^e cas — Tubes en acier garnis intérieurement de 6 mm d'ébonite.

La profondeur à laquelle on peut atteindre le cylindre comme rempart de glace autour de chaque congélateur est de 1.414 mètres.

En dessous de cette profondeur, on obtiendra donc un cône qui sera droit pour les profondeurs moindres que 1.414 m et renversé pour les profondeurs supérieures.

(4) a) Annales des Mines de France 1885, 8^e série tome VIII — Mémoire de M. Lebreton.

b) Annales des Mines de France avril 1908.

Puits de 1.000 m. — Pour 1 m de rayon à la surface, on aura à 1.000 m : 1,355 m.

Puits de 1.500 m. — Pour 1 m de rayon à la surface, on aura à 1.500 m : 0,880 m.

Puits de 2.000 m. — Pour 1 m de rayon à la surface, aura à 2.000 m : 0,180 m.

On voit par ce qui précède que l'on pourra, sans la moindre appréhension, envisager des congélations aux profondeurs de 1.000 et 1.500 mètres, et même un peu au delà.

En ce qui concerne le cas de 2.000 mètres, et nous n'y sommes pas encore, il suffira d'augmenter un peu la pression aux pompes, donc le poids de saumure, et d'agir encore un peu sur les rayons et épaisseurs des petits congélateurs pour résoudre le problème. (5)

Quelques points délicats.

Nous devons cependant attirer l'attention sur le fait qu'il restera encore certains points délicats qu'il ne faudra pas perdre de vue :

1. — Verticalité des sondages :

Tout ce qui a été dit précédemment suppose que les sondages où l'on placera les congélateurs soient parfaitement verticaux. Or un sondage dévie toujours plus ou moins fort. Il s'agira donc plus que jamais de surveiller ce point.

Nous pensons qu'il est possible de réussir en prenant certaines précautions :

a) placer les tubes guides de démarrage, qu'on cimenter dans le terrain, le plus profondément possible et exactement verticaux;

b) employer pour les sondages le système Rotary avec maîtresses-tiges aussi lourdes et aussi longues que possible;

c) n'employer que des tiges absolument rectilignes, surveiller ce point de très près et redresser immédiatement toute tige légèrement courbée avant de s'en resservir;

d) surveiller de très près les appareils de sondage et rattraper tout de suite tout jeu qui se présente du fait de l'usure dans les coussinets, etc...;

e) suivre le sondage à la verticalité; c'est-à-dire en mesurer souvent la verticalité, par exemple tous les 100 ou 200 mètres (cela dépend des terrains et de circonstances diverses qui indiqueront rapidement, après les premiers sondages, le nombre de mesures à faire) et redresser le sondage lorsque cela s'avère nécessaire. Il existe à l'heure actuelle des appareils parfaitement au point pour ces mesures de verticalité, par exemple le téléclinomètre Denis-Foraky et l'appareil Martienssen de la Ge-

(5) Il est à remarquer que ce procédé est intéressant, non seulement pour les fonçages de puits à grandes profondeurs, mais également pour les autres, étant donné qu'il permet de diminuer la durée de la formation du mur de glace et d'augmenter la sécurité de celui-ci.

sellschaft für Nautische Instrumente à Kiel. (6)

2. — Quoi qu'on fasse, il y aura toujours un certain enchevêtrement des sondages entre le sol et la profondeur à laquelle on doit congeler et il peut, de ce fait, se former des poches de terrain non gelé complètement entourées par du terrain gelé. La congélation progressant, comme la glace prend environ 10 % de volume de plus que l'eau qui a servi à la faire, il se produira dans ces poches des pressions formidables qui pourront écraser les tubes congélateurs et provoquer ainsi des fuites de saumure avec toutes leurs conséquences pouvant aller jusqu'à la rupture du mur de glace. Pour parer à cette éventualité, il n'y a qu'un moyen; c'est de faire la congélation par le procédé dit méthode rationnelle (7).

3. — Pour obtenir les grandes épaisseurs de mur de glace nécessaires au fond du puits, il faudra évidemment augmenter le nombre de sondages et placer ceux-ci en quinconce sur deux circonférences concentriques. Ce sera une raison de plus pour n'employer que la méthode rationnelle dont il vient d'être parlé.

4. — Epaisseur du cuvelage. Il est évident que l'épaisseur à donner au cuvelage augmente avec la profondeur quand il est soumis à des pressions hydrostatiques augmentant avec celle-ci. Et ce sera le cas en Campine notamment, où la couche de sable hervien bouillant se trouve immédiatement au-dessus du Houiller. A Zolder, les pièces d'un cuvelage simple immédiatement au-dessus du Houiller atteignaient déjà 170 mm d'épaisseur de fonte. Pourra-t-on aller beaucoup plus loin dans cette voie ?

Ceci n'est plus un problème de fonçeur de puits, mais de métallurgiste, et nous sommes incompetents. Toutefois nous estimons que l'étude magistrale de M. le Professeur Denoël à ce sujet (8) permettra de résoudre le problème, et nous pensons que la solution adéquate se trouvera vraisemblablement dans le cuvelage double avec interposition de béton armé et liaison par profilés entre les deux cuvelages. Cependant, là également, il y aura certaines précautions spéciales à prendre. Quoi qu'on fasse, il est vraisemblable qu'il se produira toujours quelques fissures dans le béton entre les deux surfaces, si pas au début, tout au moins après un certain temps, par exemple suite à des mouvements sismiques. D'autre part, les joints du cuvelage ne sont pas d'une étanchéité parfaite. L'eau extérieure passera donc entre

(6) Ces précautions spéciales ont été imaginées et employées pour la première fois, par notre collègue et ami M. Gustave Lemaire de la Société Foraky, aux sondages de congélation des puits d'Helchteren et Zolder avec un succès remarquable.

(7) a) Biquet M. Le fonçage des puits de mine en terrains aquifères. — Bibl. Scient. Belge Thône Editeur Liège 1955.

b) Radar E. — Bulletin des Ingénieurs de Louvain — n° du 15-9-1927.

(8) Denoël L. Les cuvelages. Théories et applications. — Bibl. Scient. Belge. — Thône Editeur Liège, 1935.

les deux enveloppes, remplira les fissures et l'on peut très bien imaginer le moment où le cuvelage intérieur se trouvera sous la pression totale extérieure pour laquelle il n'a pas été calculé.

Pour se mettre à l'abri des conséquences désastreuses qui pourraient résulter d'un tel état de choses, on pourrait remplacer les bouchons habituels de fermeture des trous de cimentation par des bouchons spéciaux. (fig. 3, b)

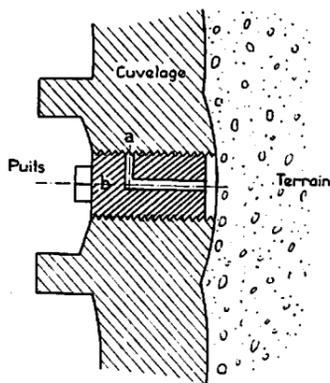


Fig. 3. — Bouchon de décharge dans un cuvelage.

En dévissant de temps à autre ces bouchons de la quantité nécessaire à découvrir l'ouverture (a) on constaterait qu'il y a de l'eau derrière le cuvelage et quelle est sa pression. On pourrait dès lors procéder à une cimentation du béton entre cuvelages quand la chose s'avèrerait utile.

DEUXIEME PARTIE

ESSAIS DE RESISTANCE SUR

SABLES BOULANTS ET LIMONS CONGELÉS

Dans l'ouvrage cité ci-dessus, Monsieur le Professeur Denoël déplorait qu'on n'eut pas fait de recherches suffisantes concernant la résistance des terrains gelés. Nous avons voulu parer, au moins en partie, à cette carence et, grâce au subside que nous a accordé le Fonds National de la Recherche Scientifique, nous avons procédé à des expériences à ce sujet. Elles ont été entièrement réalisées, à notre demande, dans les Laboratoires du Génie Civil de l'Université de Liège, sous la haute direction du Professeur-Directeur de ces Laboratoires, Monsieur le Recteur Campus, et la surveillance constante de son Chef des Travaux, Monsieur le Professeur Dantinne.

I. — Introduction.

A. Programme des essais :

Le programme dont les résultats d'essais vont suivre comportait l'étude de la résistance :

- 1) à la compression rapide;
 - 2) à la compression lente;
- de cubes congelés constitués :
- 1) de sable de Mol (M);

2) de limon Yprésien (Y);

3) de limon provenant du Parc des Instituts Universitaires du Val-Benoît (L);

aux températures de -5 , -10 , -15 et -20° C.

On a aussi étudié la résistance à la compression rapide et à la compression lente de cubes de glace.

L'étude des sables et du limon a été effectuée à deux teneurs en eau différentes : une première série de cubes était confectionnée avec une faible teneur en eau, une deuxième série avec une forte teneur en eau. Nous avons choisi, comme faible teneur en eau, l'humidité optimum suivant l'essai Proctor, c'est-à-dire celle correspondant à la compacité maximum pour un mode de damage donné. La forte teneur en eau a été choisie aussi grande que possible et a été déterminée suivant la méthode qui sera exposée plus loin (humidité maximum).

B. Confection des cubes de terrain congelé.

On tamise les sables sur le tamis de 2,36 mm d'ouverture de maille, afin d'éliminer certains corps non sableux (tourbe, coquillages).

Le limon suffisamment fin et propre ne requiert pas de tamisage, mais uniquement un broyage convenable après séchage à l'air pendant plusieurs jours.

On fabrique des cubes de 70,7 mm de côté, soit 50 cm² de section. Dans le cas des cubes à forte humidité, le mélange de terre et d'eau, rendu bien homogène, est simplement versé dans le moule, tout damage étant impossible puisque la terre est à l'état liquide.

Dans le cas de faible humidité, le mélange terre-eau est placé dans le moule en trois couches, chacune étant damée de façon à obtenir la compacité désirée.

Les moules ont leurs faces intérieures usinées et reposent sur un tronçon de poutrelle d'acier. Les parties en contact avec la terre sont enduites de vaseline afin d'éviter toute adhérence du cube congelé et d'éviter tout départ d'eau avant congélation. Au moment de la confection des cubes, les moules sont retirés avec leur support de la salle froide à -10° C, où ils ont séjourné jusqu'à équilibre de température.

Pour congeler les cubes à la température désirée, on procède de la façon suivante : les moules et leur support sont placés, à l'intérieur de la chambre froide réglée à la température voulue, dans un bac contenant de la saumure et séjournant constamment dans la chambre. Le support des moules est en partie immergé de façon que la saumure n'atteigne pas directement les moules.

La face supérieure des moules est couverte d'une plaque de verre à 18° C afin que la congélation du cube progresse de bas en haut. Les cubes sont laissés avec leur moule dans la chambre froide, à la température désirée, au moins pendant 24 heures.

Les cubes sont démoulés et pesés environ une demi-heure avant l'essai, puis replacés dans la chambre froide pour reprendre la température de celle-ci.

C. Préparation des cubes de glace :

Ceux-ci sont préparés par congélation, à l'intérieur de la chambre froide, dans de petits moules

cubiques et étanches de 70,7 mm de côté. Le mameelon qui se forme pendant la congélation à la face supérieure est enlevé par frottement de la face supérieure sur un morceau de meule douce. Le cube est démoulé par arrosage des parois du moule au moyen d'eau alimentaire.

D. Propriétés des matériaux utilisés.

La granulométrie des sables et limons a été déterminée par tamisage et lévigation (voir tableau I).

L'essai Proctor a été effectué pour déterminer l'« humidité optimum Proctor » de chaque matériau et adopter celle-ci pour la confection des cubes à faible teneur en eau.

TABLEAU I.

		Sable de Mol		Sable Yprésien		Limon	
Analyse minéralogique							
Carbonates	%	0,97		13,21		5,82	
Oxydes libres	%	0,28		0,29		1,30	
Kaolinite	%	3,95		3,84		17,30	
Silice libre, mica, feldspaths.	%	94,82		82,66		75,58	
Analyse granulométrique							
Lévigation.							
Diamètre des grains <i>d</i>	mm			<i>d</i>	%	<i>d</i>	%
grains de diamètre inférieur à <i>d</i>	%	0,0029	2,5	0,0024	8,64	0,0026	28,35
		0,0058	2,5	0,0053	11,17	0,0051	34,18
		0,0082	3,0	0,0074	12,45	0,0072	38,32
		0,0116	3,0	0,0104	12,95	0,0100	43,70
		0,0200	3,0	0,0178	14,00	0,0168	53,70
		0,0515	3,5	0,0281	14,70	0,0258	64,40
		0,0445	3,5	0,0395	15,75	0,0351	76,60
Tamisage							
Ouverture des mailles <i>m</i>	mm	<i>m</i>	%	<i>m</i>	%	<i>m</i>	%
Refus cumulés en % du poids sec	%	0,060	94,1	0,060	80,00	0,060	10,87
		0,075	93,5	0,075	78,95	0,075	6,80
		0,120	85,6	0,120	67,05	0,120	2,39
		0,150	76,1	0,150	59,35	0,150	1,33
		0,200	44,73	0,200	42,50	0,200	0,60
		0,250	19,90	0,250	16,45	0,250	0,12
		0,490	0,85	0,490	1,50		
		0,750	0,08	0,750	0,75		
		1,020	0,05	1,020	0,65		
				2,000	0,45		
Essai Proctor							
Humidité optimum Proctor	%	14,8		12,87		17,68	
Compacité maximum <i>C</i> _{max}		0,631		0,668		0,635	
Poids spécifique apparent δ_a	kg/dm ³	1,920		2,028		2,050	
Poids spécifique absolu	kg/dm ³	2,65		2,69		2,74	
Humidité maximum (sur sec)	%	23,0		25,0		40,0	

Nous désignons par

- ε : l'humidité (% en poids du produit sec);
- δa : le poids spécifique apparent en kg par dm³;
- δr : le poids spécifique absolu ou réel;
- C : la compacité ou le rapport du volume réel au volume apparent.

On sait que

$$C = \frac{\delta a}{\delta r} \times \frac{100}{100 + \varepsilon}$$

Pour déterminer les plus fortes teneurs en eau que chaque matériau peut contenir (humidité maximum), nous avons procédé de la façon suivante.

On mélangeait le matériau avec un excès d'eau. Ce mélange était placé dans un vase qu'on vibrat pour expulser l'eau en excès du mélange. On déterminait alors la teneur en eau du mélange ainsi traité et celle-ci était considérée comme étant l'humidité maximum cherchée (tableau I).

II. — Essais de compression rapide.

Comme nous l'avons déjà signalé, on a fabriqué, pour chaque matériau, des cubes congelés à deux humidités différentes.

Pour la faible humidité (humidité optimum Proctor) on a fabriqué, en plus des cubes de compacité maximum, d'autres cubes de compacité moindre, obtenus en réduisant le damage.

A. Mode opératoire :

Les cubes congelés sont comprimés entre les plateaux parallèles d'une presse hydraulique, située dans la chambre froide réglée à la température désirée. La commande de la presse et le dynamomètre mesurant les efforts sont situés à l'extérieur de la chambre froide. Pendant la durée des essais, l'opérateur occupé dans la chambre froide ne quitte pas celle-ci pour éviter tout réchauffement. Il est cependant en communication téléphonique constante avec l'opérateur manœuvrant le dynamomètre.

On a essayé d'obtenir pour chaque cube la même durée d'essai, de l'ordre de 10 secondes, étant donné que les essais préliminaires ont montré que celle-ci avait une certaine influence sur la résistance à la rupture. La durée d'essai, qui est l'intervalle de temps qui sépare le début de l'application de la charge (départ de l'aiguille du dynamomètre) du moment où l'on atteint le maximum de charge t (moment de séparation de l'aiguille indicatrice du dynamomètre et de l'aiguille témoin), a été chronométrée dans chaque cas et est notée dans les résultats.

Les pressions à la rupture sont rapportées à la section initiale du cube, c'est-à-dire 50 cm².

Après la rupture de chaque cube, on a mesuré sa hauteur et l'angle que formaient les fissures avec la verticale. On a également prélevé, au cœur de chaque cube essayé, un bloc d'environ 50 g pour la détermination de l'humidité pendant l'essai.

B. Généralités :

Pour éviter l'emploi de longues expressions en tête des colonnes des tableaux de résultats, nous indiquons ici, une fois pour toutes, la signification des symboles employés.

- θ = température de la salle d'essai
- P = poids du cube avant essai
- δa = poids spécifique apparent
- ε = humidité à cœur pendant l'essai, en % du poids sec
- C = compacité ou rapport du volume réel du sol à son volume apparent
- η = proportion d'eau en volume
- l = proportion d'air en volume
- R = pression maximum par cm² de section initiale
- h = hauteur du cube après essai
- t = durée de l'essai (définie précédemment)
- α = angle des fissures avec la verticale

Rappelons que, connaissant δa , ε et δr (poids spécifique absolu ou réel), on peut calculer les valeurs de C, η et l par les formules :

$$C = \frac{\delta a}{\delta r} \cdot \frac{100}{100 + \varepsilon} \quad \eta = \frac{\delta a}{\delta_{eau}} \cdot \frac{\varepsilon}{100 + \varepsilon}$$

et $l = 1 - C - \eta$

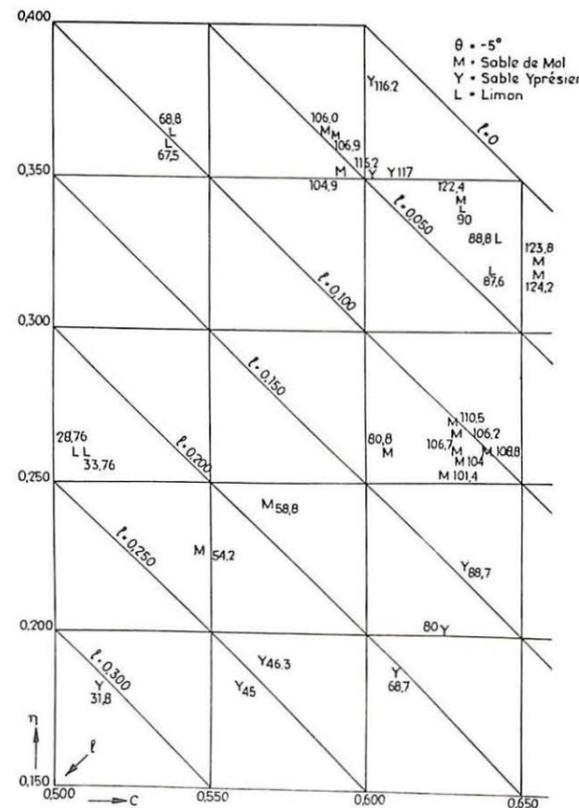


Fig. 4. — Résistance des cubes de compositions diverses congelés à la température de -5°. Les coordonnées C (solides), η (eau) et l (vides) des points marqués M, Y, L, représentent la composition volumétrique des échantillons. La résistance est indiquée en kg/cm² à côté de chaque point.

C. Résultats.

Pour chaque température d'essai et chaque composition (sable, compacité et humidité) du matériau, trois cubes ont été soumis à l'essai. La moyenne des résultats obtenus est donnée au tableau II.

Pour mettre en évidence l'influence sur R des facteurs C, η et l, on a porté à la figure 4, les valeurs de R à la température de -5° en fonction de ces trois variables. Les diagrammes relatifs aux autres températures sont analogues.

Ces diagrammes sont en général assez irréguliers, mais on peut constater que les irrégularités correspondent très souvent à des valeurs anormales de C, η et l (composition volumétrique) ou encore à des durées anormales de l'essai (t). En particulier, la durée de l'essai, dont nous n'avons pas pu tenir compte, exerce certainement une influence non négligeable.

Bien qu'il ne faille pas attribuer une valeur trop absolue à ces diagrammes, étant donné la dispersion des résultats, il est cependant très intéressant de constater qu'on peut considérer la variation de R en fonction de l comme suivant une loi pratiquement linéaire. C'est donc l'influence du paramètre l, ou de la somme $C + \eta = 1 - l$, qui serait prépondérante.

Ces résultats nous ont permis de tracer, à la figure 5, le diagramme des variations de la pression maximum R en fonction de l et de la température pour le sable de Mol. Ce diagramme montre

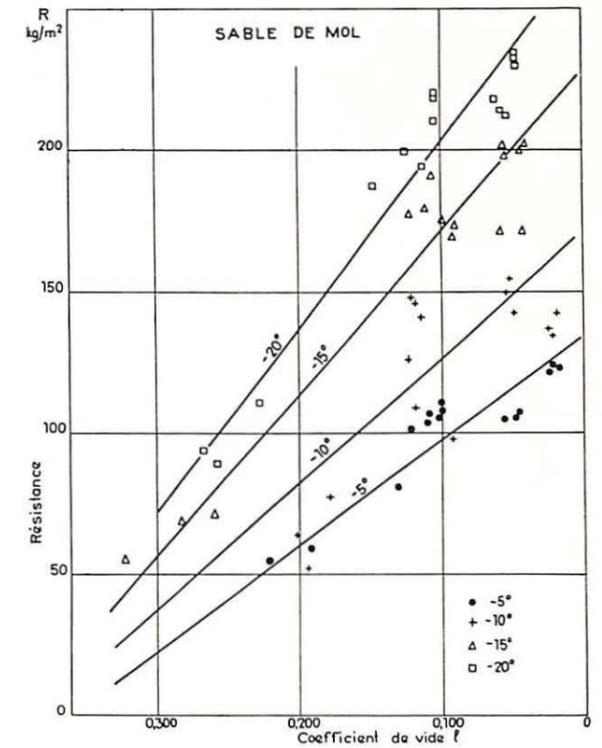


Fig. 5. — Résistance, en fonction du coefficient de vides l et de la température θ , des cubes congelés en sable de Mol.

TABLEAU II

Humidité avant congélation	Poids des cubes	Poids spécifique apparent	Humidité pendant essai	Compacité	Proportion d'eau (en volume)	Proportion d'air (en volume)	Résistance à la température $\theta =$				Hauteur du cube à la rupture	Durée de la compression	Angle des fissures avec la verticale		
							-5°	-10°	-15°	-20°					
R (moyenne de 3 essais)							kg/cm ²				h	t	α		
%							g/cm ³				mm	sec	°		
Sable de Mol															
14,8	502	1.679	15,4	0,548	0,223	0,228	64,6	65,8	64,9	97,8	67,7	3,8-10,5	20°		
14,8	683	1.933	15,6	0,631	0,260	0,109	108,5	111,0	172,1	193,5	67,2	6,5-20	20-45°		
15,9	665	1.936	15,1	0,635	0,253	0,112	104,0	145,2	181,8	216,2	64,6	7-21	30-44°		
27,5	677	1.918	23,5	0,586	0,363	0,051	105,9	148,9	199,8	232,2	66,2	7,5-10	34-45°		
23,0	699	1.979	21,3	0,615	0,346	0,037	123,5	138,3	181,6	215,0	67,9	6,5-20	25-30°		
Sable Yprésien															
12,9	586	1.660	12,9	0,546	0,189	0,265	41,0	38,6	39,6	131,5	66,3	6,2-11	0-30°		
12,9	670	1.897	12,9	0,625	0,217	0,159	79,1	97,8	117,8	138,6	65,8	7-12	0-45°		
25,0	685	1.938	23,1	0,585	0,363	0,052	116,4	117,6	150,5	188,8	67,5	7-22	20-25°		
Limon															
17,7	584	1.680	19,7	0,511	0,277	0,204	31,9	31,6	45,4	154,5	59,8	10-18	10-45°		
40	645	1.822	36,0	0,498	0,456	0,046	66,7	105,8	116,3	165,0	59,8	5-13	0°		
17,7	725	2.044	20,0	0,622	0,341	0,037	88,8	128,4	145,0	185,3	51,3	11,6-38	20-45°		
Glace															
							0	1.000	0	7,5	7,9	0,6	13,3	2-14	0°

que R croît de 80 à plus de 100 % lorsqu'on passe de la température -5°C à celle de -20°C.

Les diagrammes obtenus pour le sable de Mol sont confirmés par ceux obtenus pour le sable yprésien et le limon (fig. 6 et 7).

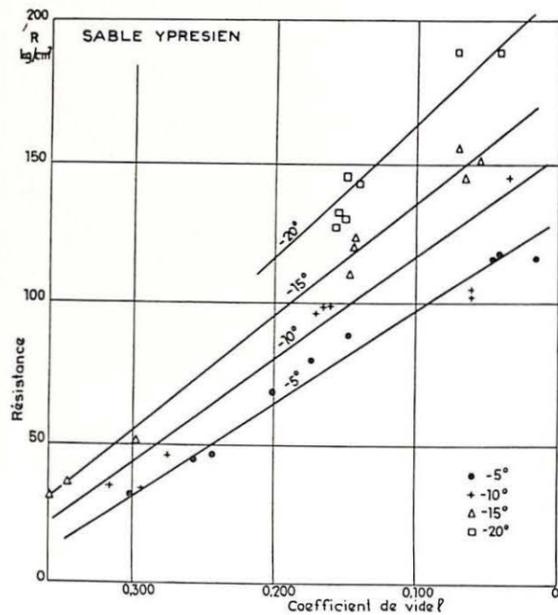


Fig. 6. — Résistance en fonction de l et de θ . Sable Yprésien.

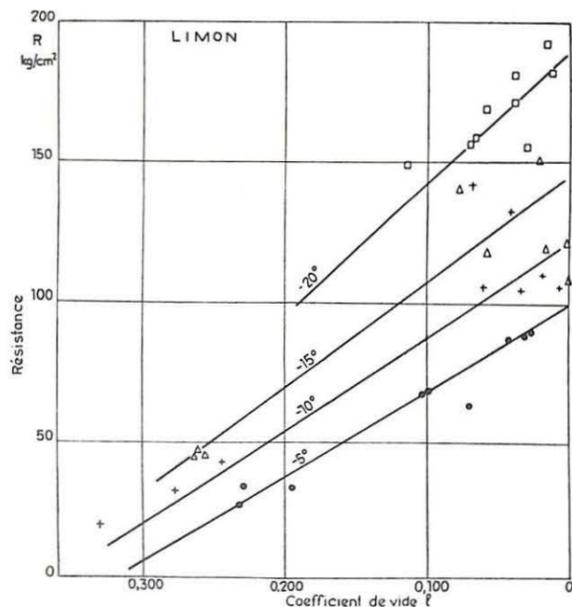


Fig. 7. — Résistance en fonction de l et de θ . Limon.

Les cubes de glace ont été soumis aux mêmes essais de compression que les cubes de sable et limon congelés.

Tous les cubes de glace se sont rompus de la même façon. A la rupture, apparaissaient sur les faces du cube des fissures verticales divisant celui-

ci en petits prismes verticaux d'environ 2 cm² de section.

Les résultats obtenus figurent sur le diagramme de la figure 8.

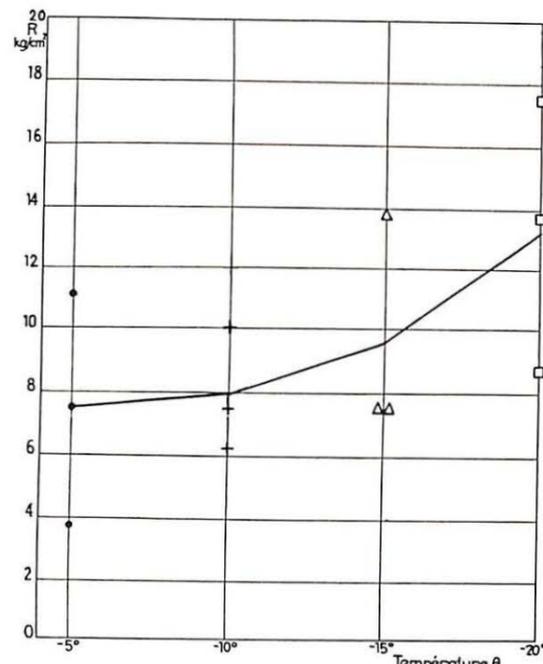


Fig. 8. — Résistance des cubes de glace en fonction de la température.

D. Formes de rupture des éprouvettes.

La rupture par fragmentation en petits prismes parallèles à la direction des pressions, qui est uniformément réalisée dans le cas de la glace pure, est bien connue et correspond à l'absence de frottement entre l'éprouvette et les plateaux de la presse. Elle se manifeste aussi fréquemment pour le sol le plus fin, le limon congelé et, avec une fréquence moindre et variable, pour les sables congelés. Ceux-ci se rompent souvent en double pyramide; ceci est l'indice d'un frottement important entre les éprouvettes et les plateaux de la presse. (9).

Il n'est d'autre part pas possible de déduire, par la relation $\varphi = \frac{\pi}{2} - \alpha$, l'angle de frottement interne φ de l'angle α des faces de rupture avec la verticale. La dispersion des valeurs obtenues est trop grande; elle résulte de ce que l'angle α est en fait influencé surtout par l'importance du frottement sur les plateaux; il varie de 0 à 70°.

E. Conclusions.

Comme il était impossible de confectionner des cubes congelés ayant exactement la composition

(9) Consulter à ce sujet par exemple A. Mesnager — « Matériaux de construction — Pierres », I. B. Baillière, Ed Paris 1925, pp. 75-87.

volumétrique (solide, eau, air) désirée, et comme d'autre part, on a constaté l'influence prépondérante du facteur l , nous nous sommes servi des diagrammes de R en fonction de l pour déterminer, dans le cas de chaque matériau et à chaque température, la valeur de R correspondant à une même valeur de l que nous avons choisie égale à 0.1. (fig. 9).

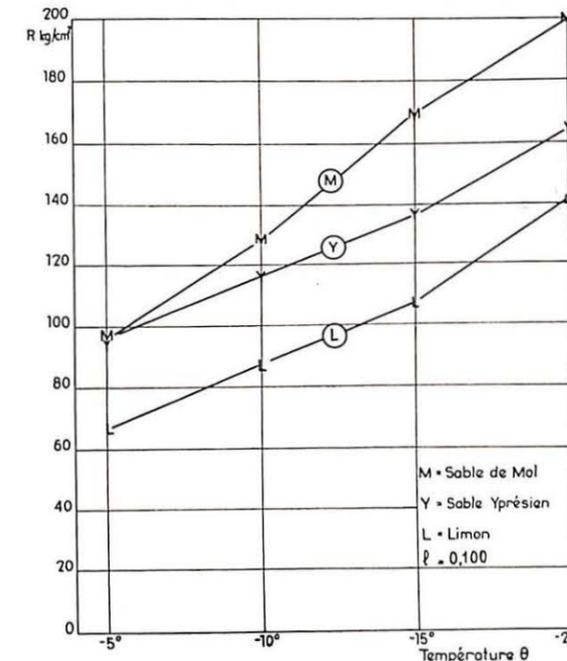


Fig. 9. — Résistance moyenne, en fonction de la température, des échantillons à 10 % de vides.

III. — Essais de compression lente.

Pour une température donnée (-5°, -10°, -20° C), et pour une mise en charge lente, on se propose :

- 1) de mesurer en fonction de la charge l'affaissement du cube comprimé;
- 2) de déterminer la pression limite supérieure au-dessus de laquelle il est impossible d'obtenir encore la stabilisation de l'affaissement.

A. Mode opératoire.

Les essais de compression lente sont réalisés avec les mêmes installations et appareils que les essais de compression rapide.

Les mises en charge s'effectuent le plus lentement possible et par paliers de 20 kg par cm² de section initiale, chaque surcharge restant maintenue jusqu'à stabilisation de l'affaissement. La nécessité de terminer l'essai sur un même cube en une journée a rendu nécessaire l'adoption d'une mise en charge variant de 20 en 20 kg/cm².

Les affaissements de chaque éprouvette sont relevés en fonction du temps, à l'aide d'un « fleximètre » enregistreur. Les indications de cet appareil sont contrôlées par deux fleximètres « ZIVY » gradués au 1/10 mm et fixés au plateau mobile de la presse. On mesure la section résistante du cube dès qu'une nouvelle surcharge de 20 kg/cm² est appliquée,

puis régulièrement au cours de la stabilisation. On en déduit la charge unitaire effective. La section résistante du cube est calculée d'après les dimensions des deux médianes rectangulaires mesurées chacune à 1/10 mm près. Elle est donc un peu supérieure à la section réelle qui prend une forme curviligne.

Après essai, on prélève au cœur de l'éprouvette un échantillon de 50 g environ pour la détermination de l'humidité exacte pendant l'essai.

Afin d'éviter tout effet de frettage dû aux plateaux de la presse, on les a enduits d'huile incongèlable.

B. Généralités.

Dans l'expression des résultats, nous utilisons les mêmes symboles que précédemment avec en plus :

- π = charge en kg par cm² de section initiale du cube
- π' = charge réelle en kg par cm² de section réelle
- Δ_h = affaissement en % de la hauteur initiale du cube
- t = temps exprimé en minutes et compté à partir du début de la mise en charge.

C. Résultats.

Les résultats des essais sont résumés dans le tableau III. Pour chacun des matériaux étudiés, on a soumis à l'essai des cubes à compacité maximum et des cubes à humidité maximum. On a enfin réalisé des cubes en glace pure et on les a soumis au même essai.

Pour chaque cube, on a relevé le diagramme des déformations en fonction du temps et de la charge appliquée. La figure 10 donne un exemple de ces diagrammes (cas du sable Yprésien à compacité maximum). La durée de chaque essai a varié de 5 à 15 heures.

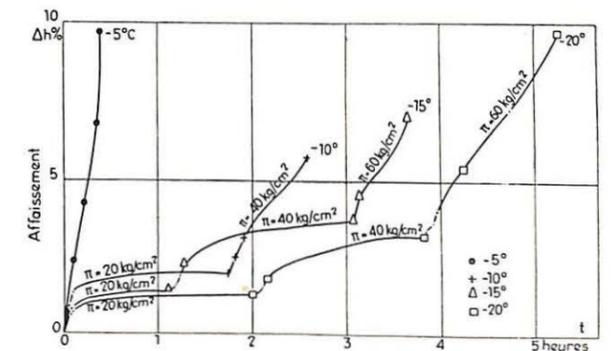


Fig. 10. — Affaissement en fonction du temps des cubes congelés (sable Yprésien). Mise en charge par paliers de 20 kg/cm².

Vu l'impossibilité de reproduire ici tous ces diagrammes, nous en avons condensé les indications sur les figures 11, 12, 13 et 14. L'ordonnée de chaque point y représente l'affaissement Δ_h relevé après stabilisation sous la charge réelle π' portée en abscisse.

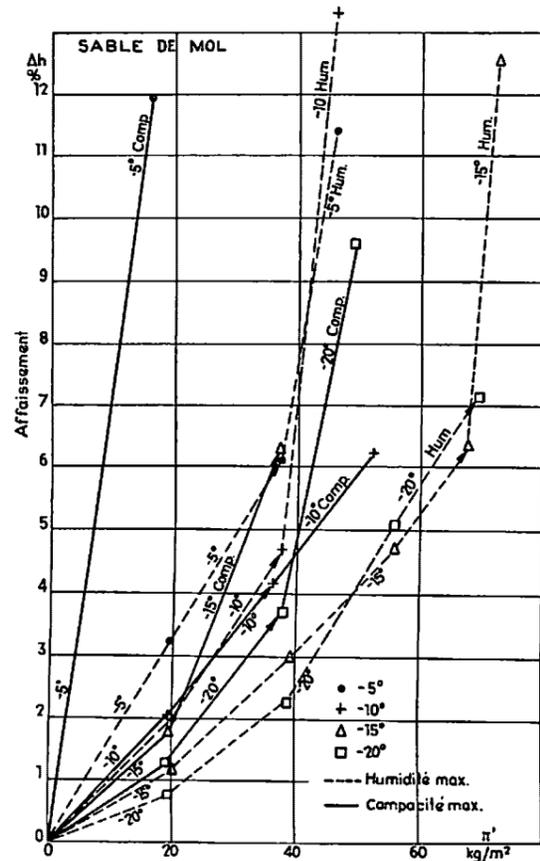


Fig. 11. — Affaissements finals, pour chaque palier de charge, des cubes congelés en sable de Mol. Les têtes de flèches correspondent à la charge limite au delà de laquelle l'affaissement ne se stabilise plus.

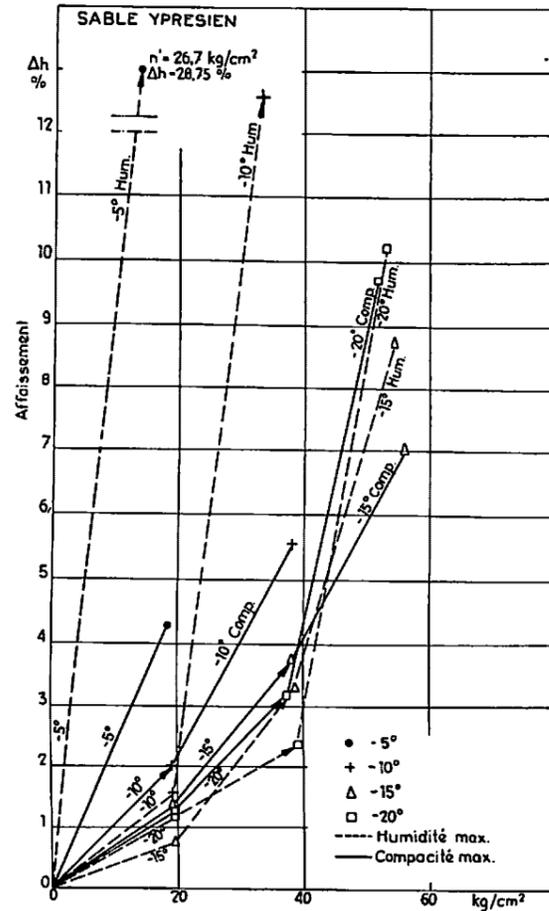


Fig. 12. — Affaissements finals, Sable Yprésien.

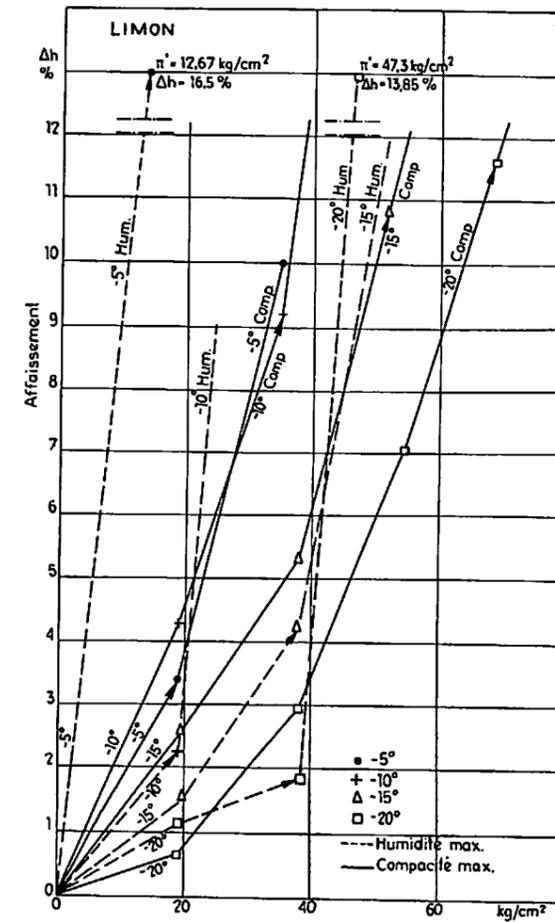


Fig. 13. — Affaissements finals, Limon.

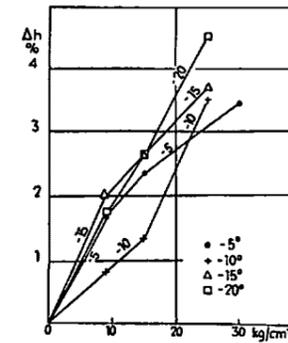


Fig. 14. — Affaissements finals, Glace pure.

faible humidité et un affaissement important des cubes de forte humidité. Il semble aussi qu'aux très basses températures (-20°C) et pour une même charge, l'affaissement avant stabilisation diminue lorsque l'humidité augmente.

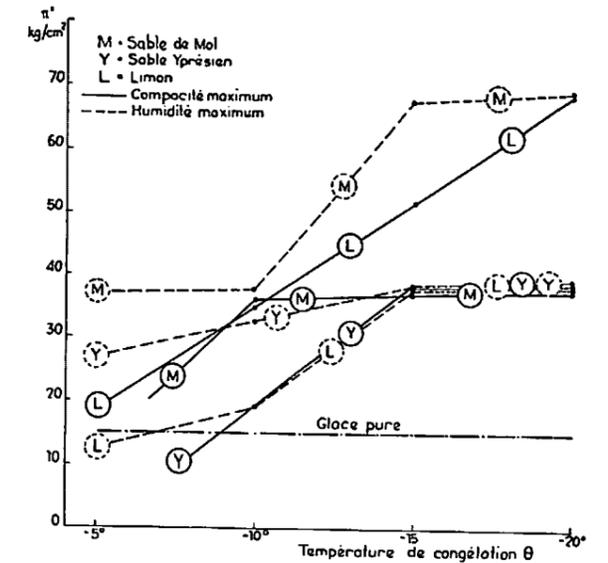


Fig. 15. — Charge limite en fonction de la température.

Nous avons également tracé à la figure 15 le diagramme des pressions limites en fonction de la température.

Malgré l'imprécision qui affecte la valeur de la pression limite (l'écart -20 kg/cm^2 entre les différentes charges appliquées est assez important et les valeurs calculées pour les sections résistantes sont supérieures à la section résistante réelle), on peut constater que, pour les sables, la pression limite augmente d'autant plus que la température diminue et que l'humidité augmente.

Il existe une variation brusque de la pression limite lorsqu'on passe de la zone des basses températures (-5° , -10°C) à la zone des très basses températures (-15° , -20°C). L'importance que peut prendre cette variation paraît révéler l'existence d'un seuil critique de température.

Pour le limon, inversement à ce qui se passe pour les sables, la pression limite qui donne encore une stabilisation est moins élevée pour les cubes à humidité maximum que pour les cubes à faible humidité.

Les cubes de glace ont été soumis aux mêmes essais de compression lente que les cubes de sables et limon congelés. Les résultats obtenus sont reportés sur la figure 14.

Il a été impossible de mesurer la section résistante, à cause de la fusion de la glace.

Remarque générale.

Il eut été souhaitable de pouvoir tracer le diagramme des affaissements finals en fonction de la charge, pour chaque matériau et chaque température. Mais les conditions de l'expérience (nécessité d'une mise en charge variant de 20 en 20 kg/cm^2)

TABLEAU III

Humidité avant congélation	Poids des cubes	Poids spécifique apparent	Humidité pendant essai	Compacité	Proportion d'eau (en volume)	Proportion d'air (en volume)	Pression limite à la température $\theta =$				Affaissement sous la pression π'			
							-5°	-10°	-15°	-20°	-5°	-10°	-15°	-20°
%	g	g/cm^3	%	C	η	l	π' kg/cm^2				Δ_h %			
Sable de Mol														
14,8	648	1,844	15,12	0,601	0,240	0,159	<20	36,0	36,9	37,3	15,30	4,18	6,23	3,71
23,0	702	1,985	19,86	0,625	0,320	0,046	37,1	37,4	67,5	69	5,07	4,71	6,30	7,15
Sable Yprésien														
12,9	665	1,884	12,80	0,621	0,213	0,168	<20	19,3	38,3	38,6	9,71	2,0	3,72	3,22
25,0	603	1,900	22,27	0,596	0,357	0,047	26,7	32,7	38,5	39,2	28,75	12,6	3,28	2,36
Limon														
17,7	726	2,053	18,20	0,633	0,317	0,050	18,7	35,1	51,7	68,8	3,44	9,21	10,8	11,66
40,0	651	1,785	34,94	0,482	0,462	0,056	12,67	18,9	37,8	38,4	16,5	2,28	4,21	1,88
Glace														
				0	1,000	0	15	15	15	15	2,33	1,34	2,64	2,64

La tête de flèche sur chaque courbe correspond à la « charge limite ».

Malgré certaines différences affectant C, η , l, l'examen et la comparaison de ces diagrammes nous montrent que :

- 1) pour une même humidité et une même charge, l'affaissement avant stabilisation diminue lorsque la température diminue;
- 2) lorsque la température n'est pas très basse (-5°C), une faible surcharge unitaire (15 à 35 kg/cm^2) provoque la rupture des cubes de

et obligation d'attendre la fin de l'affaissement avant d'appliquer une nouvelle surcharge) ne nous ont pas permis d'obtenir un nombre suffisant de résultats.

* * *

Nous ne pouvons terminer cette note sans exprimer toute notre gratitude à Monsieur le Professeur Campus, Recteur de l'Université de Liège, et à son Chef des Travaux du Laboratoire du Génie Civil, Monsieur le Professeur Dantinne. Non seulement, Monsieur Campus a bien voulu mettre à notre dis-

position son laboratoire, ses instruments de mesure et son personnel, mais lui-même et son Chef des Travaux ne nous ont pas épargné les conseils que leur dictaient la science et la maîtrise qui ont fait leur renom d'expérimentateurs si distingués.

En concluant, nous tenons à présenter nos plus vifs remerciements au Fonds National de la Recherche Scientifique, et particulièrement à son Directeur, Monsieur Willems, et à son Secrétaire, Monsieur Fréson. C'est en effet grâce au subside que cette Institution a bien voulu mettre à notre disposition, que nous avons pu mener à bien cette étude.

La lutte contre les poussières

REUNION D'EXPERTS

tenue à Genève du 1^{er} au 17 décembre 1952

(suite)

COMPTE RENDU par :

J. STASSEN,

Ingénieur
du Corps des Mines, à Liège.

A. HOUBERECHTS,

Professeur à l'Université de Louvain,
Directeur de l'Institut d'Hygiène des Mines (Hasselt),
Président de la Réunion.

E. DEMELENNE,

Ingénieur Principal
du Corps des Mines, à Mons

SAMENVATTING

In de aflevering van Maart 1953 van de Annalen der Mijnen hebben wij het punt 5 van de dagorde van de bijeenkomst van Genève uiteengezet. Deze dagorde vermeldde namelijk de volgende punten :

1. Voorkoming van de vorming van stof.
2. Afscheiding van het stof de plaats van zijn ontstaan.
3. Middelen om het neergeslagen stof te verhinderen in suspensie te komen in de lucht.
4. Afscheiding van het stof in suspensie in de lucht.
5. Monsternamen, meting en ontleding van het stof.
6. Uitrustingen voor individuele bescherming.
7. Nazicht en onderhoud van de dispositieven tot voorkoming en bestrijding van het stof.
8. Opleiding en beroepsvorming van het personeel.
9. Bizardere problemen.
10. Internationale samenwerking.

Het punt 5 beoogde de meting van de stofconcentraties te bepalen in de atmosfeer der werkplaatsen, meting die moet toelaten op objectieve wijze de werkplaatsen op te sporen waar de stofgehalten overdreven zijn.

Wij hernemen nu het onderzoek van de negen overige punten van de dagorde met een overzicht van de middelen om het stof te verminderen in de werkplaatsen waar het stofgehalte te hoog is.

Volgens het oordeel der deskundigen kan men slechts werkelijk bevredigende uitslagen bekomen door het gebruik van gecombineerde middelen. Te vaak heeft men gemeend het stof te kunnen doen verdwijnen door een enkel middel. Men gebruikte ofwel injecties in de laag, ofwel sproeiërs, ofwel pikhamers met waterverstuiving enz., maar zelden werden verschillende dezer middelen samen toegepast.

Indien er veel stof overbleef na injectie in de laag, werd de methode veroordeeld, niettegenstaande dat ze waarschijnlijk haar doel, het onschadelijk maken van het stof bevat in de kliefvlakken, volledig bereikt had, zonder te overwegen dat er andere oorzaken van stofvorming, zoals de winning, het schuppen, de overladingen, het vervoer, bleven bestaan waartegen niets werd ondernomen.

Men moet er zich van bewust zijn dat, om het stof afdoende te weren, het nodig is tegelijkertijd al de oorzaken van het ontstaan, van de verspreiding en van het opwekken van stof te neutraliseren en dat men bijgevolg gelijktijdig de middelen moet aanwenden die geschikt zijn om ieder dezer oorzaken afzonderlijk te bestrijden.

Dit dient het grondprincipe te zijn van iedere doeltreffende stofbestrijding.

Dans la livraison de mars 1953 des Annales des Mines, nous avons exposé le point 5 de l'ordre du jour de la Réunion de Genève. Rappelons que cet ordre du jour était le suivant :

- 1) Prévention de la formation des poussières.
- 2) Suppression des poussières aux points mêmes de leur formation.
- 3) Moyens destinés à empêcher les poussières déposées de passer en suspension dans l'air.
- 4) Elimination des poussières en suspension dans l'air.
- 5) Echantillonnage, mesure et analyse des poussières.
- 6) Équipement de protection individuelle.
- 7) Inspection et entretien des dispositifs de prévention et de suppression des poussières.
- 8) Instruction et formation professionnelle du personnel.
- 9) Problèmes spéciaux.
- 10) Collaboration sur le plan international.

Le point 5 avait pour but de déterminer la mesure de la concentration en poussières de l'atmosphère des chantiers, mesure qui doit permettre le repérage objectif des ateliers trop poussiéreux.

* * *

Nous reprenons à présent l'examen des neuf autres points de l'ordre du jour précité et nous

passerons tout d'abord en revue les moyens à employer pour rendre moins poussiéreux les endroits qui le sont trop.

De l'avis des experts, on ne peut escompter des résultats vraiment satisfaisants que par l'action combinée de ces moyens. Trop souvent en effet, on a cru pouvoir faire disparaître les poussières à l'aide d'un remède unique. On avait recours à l'injection d'eau en veine ou à des arroseurs ou à des marteaux-pics à pulvérisation, etc., mais rarement à plusieurs de ces moyens à la fois.

S'il restait beaucoup de poussières après l'injection par exemple, on condamnerait celle-ci, qui avait peut-être parfaitement atteint son but qui est, surtout, de figer les poussières contenues dans les clivages et fissures, sans penser qu'il existait d'autres sources de poussières, telles que l'abatage, le pelage, les transbordements, le transport, etc., contre lesquelles on n'agissait pas.

Il faut bien se convaincre que, pour dépoussiérer convenablement, il est nécessaire de neutraliser, en même temps, toutes les causes de formation, de dégagement, de soulèvement de poussières et qu'il faut donc faire intervenir, simultanément, les moyens appropriés à chacune de ces causes.

C'est là tout le principe d'un dépoussiérage substantiel.

CHAPITRE II.

POINT I.

PREVENTION DE LA FORMATION DES POUSSIÈRES

Comme nous l'avons déjà dit, il est très difficile d'éliminer les poussières en suspension dans l'air et il faut donc mettre tout en œuvre pour qu'il y en ait le moins possible.

Le premier moyen, pour atteindre ce but, est évidemment de réduire leur formation au minimum.

Afin de voir comment on peut obtenir ce résultat, les phases essentielles de l'exploitation des mines

ont été envisagées dans l'ordre suivant :

- 1) méthodes d'exploitation;
- 2) contrôle et soutènement du toit;
- 3) perforation;
- 4) tir des mines;
- 5) haveuses et machines diverses à abattre le charbon;
- 6) transport.

§ 1. METHODES D'EXPLOITATION

- « 1) Lors de l'établissement des plans d'exploitation d'une mine, on devrait prendre en particulière considération, les moyens de prévenir la formation des poussières et de les supprimer et, en particulier, l'influence du dispositif général d'aéragé.
- 2) La disposition des chantiers, l'aéragé, le tir et les dispositifs mécaniques, utilisés pour abattre et transporter les produits ou les déblais, devraient être tels que la production de poussières soit réduite au minimum.
- 3) En règle générale, la chute libre des matériaux, tant en chantier qu'au cours du transport, devrait être réduite le plus possible ».

D'après M. Kortschik, la longueur des tailles chassantes ne devrait pas dépasser 200 m, la quan-

tité de poussières produites étant proportionnelle à la longueur du front.

De l'avis de tous les experts, la vitesse du courant d'air doit être suffisante sans être trop grande. Les Allemands estiment que la vitesse optimum est comprise entre 0,80 m et 1,20 m par seconde. Toutefois, des circonstances spéciales de température et de grisou peuvent nécessiter des vitesses plus grandes.

Dans l'exploitation des dressants, la taille inclinée ou oblique est préférable à la taille en gradins renversés du fait que la chute des produits abattus est moins importante.

Lorsque le pied d'une taille ne se trouve pas au niveau principal de l'étage, le charbon doit, le plus souvent, être évacué par une cheminée suffisam-

ment inclinée pour qu'il y glisse spontanément sur des tôles fixes, ce qui donne lieu à un dégagement important de poussières.

Si l'aéragé du chantier se fait par cette cheminée, ces poussières sont emportées par le courant d'air qui en est déjà fort chargé dès son entrée dans la taille.

Pour remédier à cet inconvénient, il faut :

§ 2. CONTROLE ET SOUTÈNEMENT DU TOIT

« 1) Dans le choix des méthodes de contrôle et de soutènement du toit, y compris les méthodes de remblayage, une attention particulière devrait être accordée aux moyens de prévention des poussières.

2) En règle générale, le toit devrait être partout contrôlé et supporté de façon à réduire, au minimum, la production de poussières.

3) Si l'on pratique le remblayage pneumatique ou mécanique, les matériaux de remblayage devraient être convenablement humidifiés en vue d'éviter la pénétration des poussières dans le courant d'aéragé.

4) Les interruptions du remblayage pneumatique, qui provoquent la mise en suspension de poussières dans l'air, devraient être évitées autant que possible.

5) Si des installations de concassage des roches sont utilisées au fond, des mesures devraient être prises pour éviter toute pénétration des poussières produites dans les endroits occupés par le personnel ».

L'action des mouvements du toit est à considérer :

1) En avant du front de taille

Dès que le charbon est abattu, le toit de la couche descend dans le vide créé et, comme aucun soutènement ne possède une rigidité suffisante, la charnière de ce mouvement de descente du toit se trouve toujours en avant du front de taille, au-dessus de la couche en place. La partie de celle-ci, comprise entre le front et ladite charnière, est ainsi soumise à compression et se fissure. Cette fissuration peut être telle qu'il se dégage beaucoup de poussières lors de l'abatage subséquent.

La largeur de la partie de couche affectée par cette compression, ainsi que l'importance de la fissuration du charbon, sont variables et dépendent, non seulement de la nature et de la résistance du charbon et des terrains encaissant la couche, mais aussi de la méthode d'exploitation adoptée. Avec le « foudroyage » par exemple, la compression et, par conséquent, la fissuration ou la dislocation du charbon seront peu prononcées, du fait que les premiers bancs de toit, que l'on fait tomber à quelques mètres en arrière du front, pèsent peu sur la couche.

a) ou bien employer un transporteur-descenseur, b) ou faire passer les produits dans des enveloppes métalliques closes, raccordées à une installation de dépoussiérage,

c) ou, ce qui est le mieux, créer une cheminée pour l'évacuation des produits et une autre pour le passage de l'air.

2) En arrière du front de taille

a) le long du front de taille.

Il faut protéger l'ouvrier contre la descente du toit, d'où la nécessité du soutènement qui freine cette descente et diminue, de ce fait, l'écrasement et la fissuration de la couche.

Plus le soutènement sera rigide, moins le charbon se fissurera et moins il se dégagera de poussières lors de l'abatage.

M. Winstanley (1) a cité le cas suivant : Dans une taille longwall où, par un meilleur soutènement, la convergence des épontes, entre le front et le bord du remblai, avait été réduite de 43 %, la concentration moyenne des poussières en suspension dans le courant d'air passa de 1.400 à 650 particules/cm³, les particules étant, en outre, devenues plus grossières et donc moins dangereuses.

Aux Etats-Unis, le soutènement est fréquemment réalisé par « boulonnage du toit », ce qui permet un meilleur nettoyage du mur de la couche et réduit ainsi la formation de poussières par écrasement des produits sur ce mur par le personnel et le matériel.

b) à l'arrière de l'espace réservé au personnel et au matériel.

Il faut, si l'on ne pratique pas le « foudroyage », remblayer pour soutenir le toit et diriger l'aéragé.

Le « foudroyage », tout comme le remblayage, donne lieu à la formation de poussières et celles-ci présentent souvent, par suite de la composition minéralogique des roches dont elles proviennent, un risque de silicose plus élevé que celles de charbon.

La formation des poussières résultant du « foudroyage » dépend des caractéristiques du toit, qui déterminent la rapidité de la chute du toit et la fragmentation de celui-ci.

La production de poussières varie selon l'allure du foudroyage. En outre, les poussières, déjà déposées, peuvent être remises en suspension dans l'air par la chute des morceaux de toit. D'après M. Kortschik, les Allemands sont arrivés à réduire la formation de poussières par arrosage préalable du mur de la couche ainsi que des éboulis et parties de toit déjà foudroyées; ils essaient même actuellement de lutter contre les poussières qui peuvent se produire au moment de la chute du toit, par pulvérisation d'eau dans la zone de foudroyage.

(1) Inspecteur en Chef Adjoint des mines anglaises.

Les conditions essentielles dans les modes de remblayage sont l'utilisation exclusive de stériles convenablement humidifiés et un aérage suffisant.

La presque totalité des stériles rapportés, employés pour le remblayage, peuvent être chargés à l'état humide.

Le remblayage complet à la main en plateure, par terres rapportées, comporte trois sources de poussières : le culbutage des stériles, le transport et le pelletage. Chaque station de culbutage devrait être équipée de lances d'arrosage pour permettre d'arroser, avant culbutage, les wagons dont la surface de chargement a séché. Le culbutage provoque le bris du remblai et entraîne, bien que ce dernier soit humidifié, la formation de poussières.

Les points de culbutage, où il se formerait beaucoup de poussières, devraient être placés sous carter et équipés d'un dispositif d'aspiration des poussières.

Le remblayage par gravité dans les dressants se résume à l'opération de culbutage et ce qui a été dit plus haut peut être répété ici.

Dans le cas du remblayage mécanique, on peut également éviter la formation de poussières en appliquant les mesures décrites plus haut. Comme matériaux, il ne faut pas utiliser de produits sableux mais, autant que possible, les déchets de lavoir ou des schistes.

Il se forme des poussières dans le cas du remblayage par fausses voies, lors du forage et du tir. Le forage ne pose pas de problème si l'on procède avec injection d'eau, par contre, si l'on opère à sec,

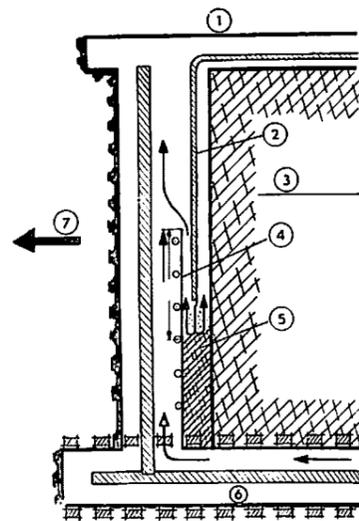


Fig. 1. — Remblayage pneumatique avec cloison en toile épaisse (4) prévenant la dispersion des poussières.

1. Galerie.
2. Conduite soufflante.
3. Remblai effectué pneumatiquement.
4. Cloison en toile.
5. Remblai en cours d'exécution.
6. Galerie de la bande transporteuse.
7. Direction de l'avancement.

on devrait utiliser des appareils d'aspiration. M. Kortschik rapporte qu'en Allemagne, on utilise actuellement surtout les appareils Königsborn, dont il sera question au chapitre II (suppression des poussières aux points mêmes de leur formation). On ne peut éviter la formation de poussières lors du tir dans les fausses voies. Aussi le tir ne devrait-il être pratiqué qu'au moment où il y a un minimum de travailleurs présents.

Le remblayage pneumatique peut parfois entraîner la formation de poussières dues à diverses causes. Ce mode de remblayage suppose également l'emploi de stériles convenablement humidifiés. Il est en outre nécessaire d'arroser le tas de remblai déjà en place avant de commencer le remblayage, lorsque le remblai de la veille a eu le temps de sécher. On évite ainsi le soulèvement des poussières déposées. Il faut éviter autant que possible de longs arrêts de remblayage, car les matériaux demeurant dans la conduite y séchent, ce qui entraîne lors de la reprise du remblayage une forte émission de poussières. On doit surveiller attentivement l'aérage pendant le fonctionnement du remblayage pneumatique. Comme la conduite de remblayage apporte de grosses quantités d'air, il se produit dans certains cas un blocage du courant d'aérage qui peut même dégénérer en une inversion temporaire. L'isolement de la zone de remblayage au moyen d'épaisses toiles d'aérage permet d'éviter les perturbations. La solution proposée par M. Kortschik est représentée à la figure 1. La comparaison de celle-ci avec la figure 2 permet facilement de

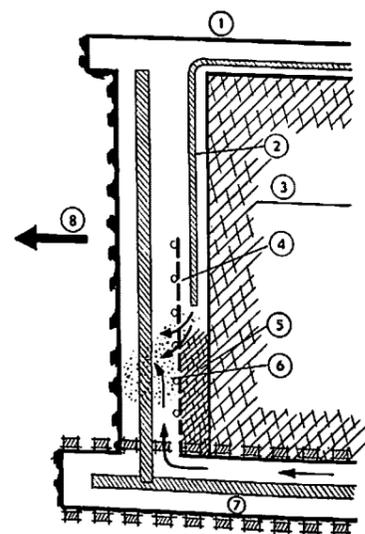


Fig. 2. — Remblayage pneumatique avec cloison en treillis (4) donnant lieu à pollution de l'atmosphère.

1. Galerie.
2. Conduite soufflante.
3. Remblai effectué pneumatiquement.
4. Cloison en treillis.
5. Remblai en cours d'exécution.
6. Zone polluée.
7. Galerie de la bande transporteuse.
8. Direction de l'avancement.

se rendre compte de l'avantage présenté par le remblayage pneumatique avec cloison en toile épaisse.

Enfin, si des installations de concassage de roche sont utilisées au fond, elles doivent, en prin-

cipe, se trouver dans le retour d'air et, en tout cas, être disposées de manière à ce que les poussières qu'elles produisent ne puissent pénétrer dans le courant d'air qui doit passer dans les chantiers.

§ 3. PERFORATIONS

- « 1) La perforation au rocher devrait toujours être effectuée de manière à réduire, au minimum, la formation des poussières de forage, nocives pour la santé.
- 2) Quel que soit le système de perforation utilisé, tous les débris de forage devraient, autant que possible, être évacués du trou au fur et à mesure de leur production au cours du processus de perforation, afin d'éviter qu'ils n'y soient broyés.
- 3) Là où la chose est possible, les outils de perforation devraient être agencés de manière à réduire l'effort exigé de la part du mineur, et, par conséquent, à diminuer son rythme respiratoire.
- 4) Que la perforation au rocher soit effectuée à l'aide d'outils perforateurs rotatifs ou à percussion, la production de poussières devrait être réduite :
 - a) en utilisant des taillants en bon état,
 - b) en exerçant une pression convenable sur le taillant,
 - c) et en éloignant les débris de forage du taillant.
- 5) L'échappement des marteaux-pneumatiques devrait être aménagé de façon à ne pas soulever de poussières ».

Toute opération de forage est génératrice de poussières par suite de la concentration d'une grande quantité d'énergie sur une petite surface de roche.

Cette opération est particulièrement insalubre parce qu'elle se pratique le plus souvent dans des

roches contenant de la silice dont les fines poussières sont notoirement réputées nocives.

Rappelons que, dans ce chapitre, nous n'envisageons que les moyens de réduire la formation de poussières et non l'élimination de celles-ci, qui fera l'objet du chapitre suivant.

La plupart des experts déclarent que le forage par rotation semble produire moins de poussières que le forage par percussion. Par contre, les Allemands ont constaté que, si les grosses poussières sont en plus grande quantité avec la percussion, les poussières de moins de 5 microns sont plus nombreuses avec le forage rotatif.

Pour les Suédois, les taillants rapportés en métal dur produisent moins de poussières que les taillants en acier ordinaire, car les tranchants s'éroussent moins vite et ils conservent leur calibre plus longtemps. Les Allemands sont d'avis que la forme et l'angle des taillants n'ont qu'une importance secondaire sur la formation des poussières, mais ils estiment que, dans le cas de forage à l'eau, il convient que l'eau frappe directement le fond du trou de façon que les débris qui s'y trouvent ne soient pas broyés; si l'on utilise des procédés de captage à sec, ce sont surtout ceux qui comportent l'emploi d'un fleuret creux, permettant l'aspiration des poussières de forage au fond du trou, qui ont donné les meilleurs résultats en Allemagne.

Un délégué anglais signale que, dans son pays, on tient compte également de la vitesse de forage en imposant un nombre maximum de particules de poussières par pouce d'avancement.

§ 4. TIR DES MINES

- « 1) Le moment du tir devrait être choisi de telle manière que le moins de personnes possible soient exposées aux poussières produites.
- 2) Le plan de tir, ainsi que la nature et les quantités d'explosifs utilisés, devraient être adaptés à la roche ou au minerai à abattre en vue de réduire au minimum la quantité des poussières produites.
- 3) Le nombre des tirs devrait être réduit, autant que possible, par tous les moyens appropriés, en particulier par des volées.
- 4) Lors du tir des mines, le personnel, susceptible d'être affecté par cette opération, devrait, autant que la garde des issues le permet, ne pas être autorisé à rester en des endroits où l'air sera exagérément pollué par le tir.
- 5) Le personnel chargé du tir devrait avoir reçu une formation appropriée en ce qui concerne les risques inhérents aux poussières ».

Par suite de l'énergie considérable mise en œuvre au moment des tirs de mines, les roches sont

fragmentées brutalement et partiellement pulvérisées.

Il se dégage donc beaucoup de poussières lors des tirs.

Tous les experts ont été d'accord pour conclure que, pour réduire ce dégagement de poussières, il faut :

- a) réduire, le plus possible, le nombre de tirs en ayant recours par exemple à de grandes volées, car outre les poussières provenant de la fragmentation des roches, l'effet de souffle de chaque tir soulève les poussières déposées dans le voisinage de l'endroit où l'on mine.
- b) bien choisir l'explosif qui doit être adapté à la roche que l'on veut abattre ou ébranler;
- c) utiliser la quantité optimum d'explosif en vue du but à atteindre.
- d) disposer les trous et les charges d'après l'allure des bancs de roches, des faces dégagées et du travail à faire;
- e) choisir et former convenablement les boute-feux.

Certains experts préconisent de remplacer les tirs de mine à l'explosif, en charbon, par d'autres procédés, à savoir notamment :

- 1) *L'Airdox et le Cardox*, qui consistent à placer, dans les trous de mine, un tube métallique contenant de l'air ou de l'anhydride carbonique fortement comprimé; au moment voulu, au moyen d'un détonateur, on provoque l'ouverture du tube et la détente des gaz en question dont l'action est plus progressive et moins violente que celle des explosifs;

§ 5. HAVEUSES ET MACHINES DIVERSES A ABATTRE LE CHARBON

- « 1) *La matière, la forme, la disposition et l'état des pics de haveuse devraient être tels que la production de poussières fines soit réduite au minimum.*
- 2) *La vitesse de la chaîne ne devrait pas être trop élevée par rapport à la vitesse de progression de la machine; la chaîne devrait toujours avoir sa garniture complète de pics et ne devrait jamais tourner inutilement.*
- 3) *Le havrit ne devrait pas être remis en circulation et broyé.*
- 4) *L'échappement des machines à air comprimé devrait être aménagé de façon à ne pas soulever de poussières ».*

Le havage constitue une source importante de poussières.

Dans un chapitre suivant, nous verrons comment on peut supprimer les poussières ainsi produites, mais ici, comme déjà dit plus haut, nous n'envisageons que les moyens d'en prévenir ou d'en réduire la formation.

- 2) *l'abatage hydraulique*, par injection d'eau dans la couche. Les Anglais essaient d'injecter de l'eau, à haute pression, dans des trous forés parallèlement au front, à quelques pieds en avant de celui-ci.

Les experts, qui ont suivi l'application de ces procédés, reconnaissent qu'ils réduisent le dégagement de poussières, mais déclarent qu'ils ne se sont pas répandus par suite de leurs caractéristiques économiques peu favorables.

A cet effet, il est reconnu que la largeur et la profondeur de la saignée de havage doivent être juste suffisantes pour permettre l'extraction que l'on se propose de réaliser; la vitesse de havage doit être telle que les particules de charbon extraites soient évacuées au fur et à mesure et ne restent pas dans la saignée pour y être broyées.

Les pics de havage doivent toujours être bien affûtés et, de préférence, à bout rapporté au carbure de tungstène ou en alliage dur; grâce à son action tranchante, un pic acéré dégage des morceaux de charbon beaucoup plus gros qu'un pic émoussé.

Certains experts ont fait remarquer que si les haveuses et autres machines-abatteuses produisent beaucoup de poussières, elles n'exigent qu'un effort physique léger de la part des ouvriers qui les conduisent et qui inhalent, par conséquent, moins de poussières que les hommes utilisant les marteaux-pics ordinaires, vu que leur rythme respiratoire est plus lent et qu'ils sont plus éloignés de la source de poussières.

§ 6. TRANSPORT

« Généralités :

- 1) *Au cours du chargement et du transport, l'humidification devrait, à défaut d'autres mesures efficaces, être répétée aussi souvent que cela est nécessaire pour compenser l'effet de l'évaporation et de la désagrégation.*
- 2) *Les points de chargement, de transbordement et de déversement devraient être aménagés et utilisés de manière à réduire le plus possible la désagrégation des matières transportées.*
- 3) *Le nombre des points de transbordement devrait être aussi réduit que possible.*
- 4) *Les engins de transport devraient être construits, installés et utilisés de manière à réduire le plus possible la chute accidentelle des matériaux.*
- 5) *Les galeries de transport devraient être maintenues en bon état et les poussières devraient en être enlevées aussi souvent que nécessaire, ou être consolidées.*
- 6) *Les matières transportées ne devraient pas être exposées à l'action de courants d'air à grande vitesse*

- 7) *L'échappement des moteurs à air comprimé ou à combustion interne devrait être aménagé de façon à ne pas soulever de poussières.*
- 8) *Les travailleurs employés aux points de chargement et de transbordement devraient, pour autant que cela est possible et nécessaire, se trouver du côté de l'arrivée d'air.*

Berlines.

- 9) *La charge devrait être arrosée dès la fin du chargement, à moins qu'elle ne soit déjà humide ou que l'on ait recours à d'autres mesures efficaces pour empêcher le soulèvement des poussières au cours du transport.*

Convoyeurs.

- 10) *Les convoyeurs de tout genre devraient être construits, installés et utilisés de façon à réduire le plus possible la production et la chute accidentelle des poussières.*
- 11) *Les poussières fines adhérant aux bandes des convoyeurs à courroie devraient être enlevées de façon continue et recueillies.*

- 12) *Le mouvement des convoyeurs devrait, autant que possible, être commandé de manière à éviter toute accumulation aux points de transbordement.*

Cheminées d'évacuation, descenseurs hélicoïdaux, etc.

- 13) *La descente des matériaux dans les cheminées, les descenseurs hélicoïdaux, les culbuteurs et les installations de chargement et de déchargement par skips, devrait être réglée de façon à réduire le plus possible la formation de poussières.*
- 14) *Les descenseurs hélicoïdaux devraient être étanches aux poussières; à moins que le dégagement des poussières ne soit évité par d'autres méthodes, ils devraient être maintenus aussi pleins que possible ».*

Selon la situation, l'allure du gisement et les conditions d'extraction, les différents moyens de transport peuvent être classés en trois groupes : transport en taille, transport en galeries et transport dans les puits.

Transport en taille

Dans les gisements à fort pendage ou moyen pendage, les moyens de transport sont les suivants : la chute naturelle, les couloirs fixes et les convoyeurs à raclettes.

En raison du frottement élevé, l'utilisation de la chute naturelle donne lieu à une formation très importante de poussières, qui peut être limitée par les moyens ci-après.

Les remblais devraient suivre le front d'aussi près que possible, de manière à réduire ainsi la hauteur de chute et, partant, le bris du charbon. Comme nous l'avons dit plus haut, la taille oblique est donc à préconiser dans les dressants. La création de planchers à chaque chantier d'abatage doit également être recommandée. Les planchers sont retirés selon les besoins et le charbon à transporter s'écoule en flot ininterrompu. La mesure la plus efficace, selon les Allemands, dans les gisements à fort pendage consiste toutefois dans l'injection d'eau en veine avant l'abatage. Nous en reparlerons plus loin.

Avec l'emploi de couloirs fixes, le charbon glisse à grande vitesse vers le pied de la taille, y rebondit et s'y brise. Dans ce cas, plus simple que le précédent, une des principales tâches est de réduire la vitesse de chute du charbon.

M. Kortschik signale qu'en Allemagne, les convoyeurs à raclettes dont le domaine d'utilisation est compris entre 20 et 65° d'inclinaison, produisent, s'ils sont correctement installés, moins de poussières.

Dans les gisements en plateau, les moyens de transport courants sont : les couloirs oscillants, les convoyeurs à raclettes blindés, les convoyeurs à bandes en caoutchouc et les scrapers. En Allemagne, on utilise également le convoyeur à bandes articulées en acier.

Tous les transporteurs devraient satisfaire aux trois conditions suivantes :

- a) avoir des dimensions suffisantes pour pouvoir absorber, sans difficulté, les débits des heures de pointe. Cela est essentiel si l'on veut éviter les débordements qui sont une source importante de poussières, le charbon, sorti des transporteurs, étant broyé dans la suite par les hommes et le matériel en action dans la taille;
- b) être en bon état et être installés avec soin de façon à éviter les coudes, les joints défectueux, etc., et à assurer le mouvement des produits avec le moins de dégradations possible;
- c) être disposés de façon à réduire au minimum le nombre des points de transbordement, car c'est là qu'il se produit souvent beaucoup de poussières. Les points de transbordement d'un transporteur sur un autre devraient être aménagés de telle manière que la hauteur de chute soit la plus faible possible.

L'emploi de scrapers entraîne souvent la formation de poussières, car le mouvement de ces lourdes caisses s'accompagne d'un frottement considérable. Les scrapers ne devraient pas être tirés à grande vitesse.

Transport en galeries

Dans les galeries, on utilise exclusivement dans nos gisements le roulage par berlines ou le transport continu. Outre les bandes transporteuses en caoutchouc, on utilise de plus en plus en Allemagne, des bandes articulées en acier. Les couloirs fixes devraient être de moins en moins utilisés.

Dans le transport en galerie, la lutte contre les poussières peut être conduite d'une manière plus approfondie que dans le transport en taille. Outre les mêmes mesures, il existe pour le transport en galerie d'autres possibilités telles que l'isolement des principales sources de poussières ou l'isolement combiné avec une précipitation par voie humide ou en liaison avec le captage à sec par aspiration.

1) L'installation d'un matériel de transbordement ou de chargement dans une galerie parcourue par le courant d'aéragé réduit la section et accroît nécessairement la vitesse de l'air en ce point, augmentant ainsi la possibilité d'une mise en suspension des poussières au point même où ce risque a déjà atteint un maximum en raison de la chute libre des produits dans l'air.

Cette constatation suggéra en Grande-Bretagne l'idée d'isoler complètement les lieux de transbordement, s'il n'était pas nécessaire d'intervenir immédiatement en cas d'une interruption quelconque dans l'écoulement des produits ou de procéder aux opérations courantes d'entretien. On solutionna ce problème soit en augmentant la section de la galerie à cet endroit, soit en créant, lorsque c'est possible, un by-pass pour l'aéragé.

D'autre part, toujours en Grande-Bretagne, il y a une tendance dans les mines peu grisouteuses, à assurer le transport des produits par le retour d'air. Les autres avantages principaux escomptés sont : — la réduction du soulèvement des poussières par

suite de la réduction de la vitesse relative de l'air par rapport aux produits;

- la réduction des risques d'incendie;
- pour les chantiers à grande profondeur, la suppression de l'échange calorifique entre le courant d'air d'une part et les produits évacués d'autre part.

2) Voyons ensuite l'isolement des principales sources de poussières en liaison avec une précipitation par voie humide aux points de transbordement. Bien que cette question relève plutôt du chapitre II, paragraphe 7, nous décrivons une installation simple et efficace expérimentée par M. Kortschik (fig. 5). Elle consiste en un carter en

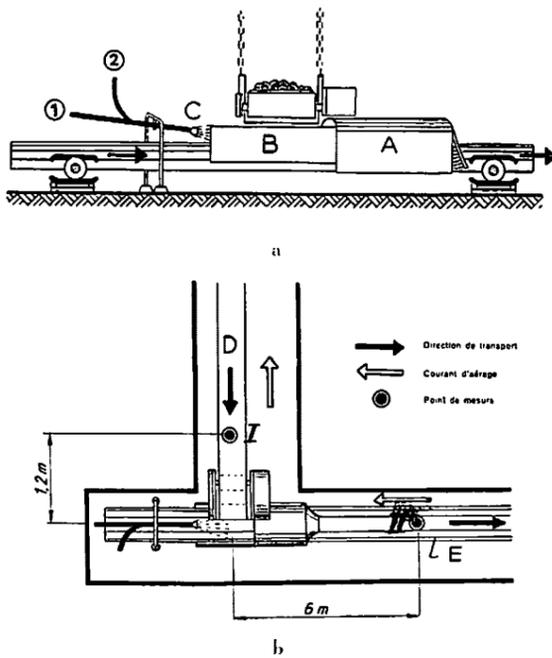


Fig. 5.

Installation « Pöschkens » pour l'abatage des poussières.

Pression d'eau = 2,5 kg/cm².

Consommation d'eau = 2,8 l/min.

Pression d'air comprimé = 5,5 kg/cm².

Consommation d'air comprimé = 36 m³/h.

- A. Sac à poussières.
- B. Tôle à poussières.
- C. Pulvérisateur mixte.
- D. Bande de caoutchouc.
- E. Couloir oscillant.
 - 1. Eau.
 - 2. Air comprimé.

forme de sac enveloppant les matériaux transportés immédiatement en aval du point de déversement. Le carter est ouvert en amont pour permettre le transfert; il est obturé à son extrémité aval au moyen d'une feuille de caoutchouc mobile. Le point de transfert est encadré sur deux côtés seulement, par deux tôles verticales. La poussière formée lors du transfert est refoulée par le jet violent d'un pulvérisateur mixte dans le sac à poussières où elle se dépose. Avec une consommation d'eau de 2,8 litres/min, 80 à 85 % des poussières sont abattues.

Pour MM. Shaw et Price (2) la condition première d'une suppression efficace des poussières sur les convoyeurs est une suppression convenable des poussières au front de taille.

On s'est rendu compte depuis longtemps qu'il n'est pas possible d'éliminer du courant d'aéragés, efficacement et d'une façon économique, les poussières qui sont mises en suspension dans l'air.

Ces deux auteurs supposent donc que les poussières fines produites avant le chargement du charbon sur les convoyeurs ont été efficacement précipitées par l'eau lors d'une suppression convenable des poussières au front de taille.

Ils rapportent que, pendant quelques années, on a presque uniquement cherché à prévenir la formation des poussières aux points de transbordement et de chargement en y installant des pulvérisateurs à eau. L'action de cette pulvérisation était réduite. L'application de jets d'eau dirigés sur le charbon en mouvement aux points de chute a été par conséquent abandonnée en faveur de l'application d'eau, en quantité contrôlée, sur l'écoulement du charbon, sur le convoyeur, en un point situé en amont, et suffisamment éloigné (plusieurs mètres) du lieu de transbordement.

3) Nous avons dit plus haut qu'aux points de transbordement ou de chargement importants, on pouvait isoler la source de poussières en liaison avec le captage à sec par aspiration. M. Kortschik expose que cette aspiration peut se réaliser de diverses façons :

a) par raccordement à une ligne de canaux et à un ventilateur aspirant. La poussière peut être ensuite précipitée dans les tuyauteries au moyen de pulvérisateurs ou de filtres selon les procédés décrits lors de l'élimination des fumées du tir (voir chap. II, § 6).

b) au moyen d'une installation de dépoussiérage comportant une aspiration analogue, la précipitation étant toutefois réalisée dans un cyclone suivi d'un réservoir à eau. Dans ce cas, il n'y a pas de consommation d'eau permanente.

Les mines de Haute Bavière possèdent une installation de dépoussiérage dont le rendement en matière d'élimination des poussières est de 70 à 80 %.

Ce résumé serait incomplet si nous n'indiquions pas les principales considérations qui régissent, du point de vue de la prévention des poussières, la construction du matériel qui équipe les points de transbordement. Ces conditions sont brièvement énumérées ci-dessous :

a) Les installations doivent avoir des dimensions suffisantes pour pouvoir absorber sans difficulté les débits des heures de pointe. Cela est essentiel si l'on veut éviter les causes les plus élémentaires de formation de poussières telles que les débordements et l'obstruction des trémies.

b) Il convient de veiller à l'évacuation efficace des poussières fines adhérant à la partie inférieure de la bande des convoyeurs. Les dispositifs le plus

(2) de la Division du Sud-Est du National Coal Board en Grande-Bretagne.

couramment employés sont les racloirs à lame en caoutchouc et les brosses tournant en sens inverse de la marche des bandes. On doit ensuite éviter que les poussières libérées par cette opération ne soient entraînées dans le courant d'aéragés grâce à des carter comprenant des récipients appropriés et de l'eau pour recueillir ces poussières.

c) Il faut isoler autant que possible les installations du courant d'aéragés.

d) Il faut assurer le mouvement des produits avec le moins de dégradation possible, ce qui implique le minimum de chutes libres et une vitesse des produits aussi constante que possible. Ce dernier point est d'une telle importance qu'il exige qu'on s'y attarde.

Ce problème se rencontre lorsqu'il s'agit de faire passer les produits du convoyeur primaire au convoyeur secondaire sans changement brusque de

vitesse ou de direction. Le couloir à « goulotte contournée » décrit par M. Spence (Grande-Bretagne) en représente une solution presque parfaite (fig. 4). Ce couloir prend les produits du transporteur primaire et les dépose doucement et à vitesse égale sur le transporteur secondaire. La tôle de la goulotte est articulée dans sa partie supérieure qui est plate et qui impose un ralentissement progressif des produits. Elle est ensuite incurvée vers le bas de manière à faire prendre aux produits une vitesse légèrement supérieure à celle du transporteur secondaire. Enfin, dans sa partie inférieure, elle se relève de façon à ralentir les produits et à leur donner une vitesse égale à celle du transporteur secondaire. Des essais étendus ont montré que la dégradation des produits peut être ainsi réduite et que la formation des poussières est faible.

Transport dans les puits

Nous n'envisagerons que les descenseurs hélicoïdaux et les transports par skips.

Nous supposons encore que les charbons ont déjà été humidifiés avant d'atteindre ces puits ou sous-puits.

Les descenseurs hélicoïdaux devraient être étanches aux poussières, en particulier en obturant l'orifice d'alimentation par des toiles d'aéragés ou feuilles de caoutchouc mobiles.

Quant au transport par skips, il s'accompagne généralement d'une forte production de poussières aux points de chargement et de déchargement. La méthode de dépoussiérage la plus efficace consiste dans une enveloppe bien conçue avec installation d'aspiration.

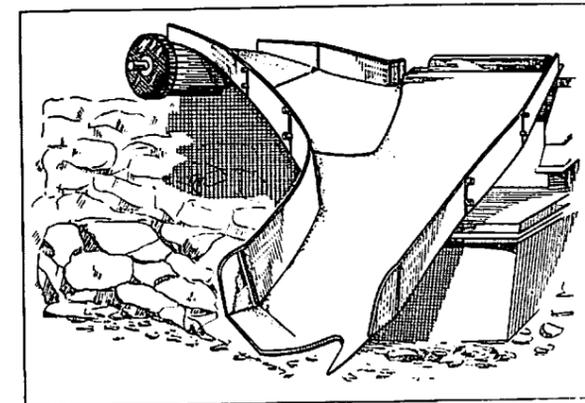


Fig. 4. — Transbordement par goulotte contournée.

CHAPITRE III.

POINT 2.

SUPPRESSION DES POUSSIÈRES AUX POINTS MEMES DE LEUR FORMATION

§ 1. PERFORATION

- 1) Des méthodes humides ou des procédés de captage à sec devraient être utilisés dans la perforation au rocher pour supprimer les poussières nocives.
- 2) Le dispositif de suppression des poussières devrait être utilisé durant toute l'opération de perforation, y compris le commencement du trou lorsque c'est possible.
- 3) Les outils de perforation à injection d'eau devraient être construits de telle façon que leur mise en marche déclenche simultanément l'alimentation en eau.
- 4) Dans la perforation humide, l'eau devrait parvenir au fond du trou en quantité et en pression suffisantes, et les fleurets devraient être construits à cet effet.
- 5) Les marteaux perforateurs pneumatiques à injection d'eau axiale devraient être construits de telle façon que l'eau ne puisse pas entraîner d'air à travers le fleuret.

Que le forage soit rotatif ou percutant, les débris doivent continuellement être évacués hors du fourneau de mine. Le moyen le plus simple, mis d'ailleurs en application dès l'apparition des premières perforatrices, est de souffler de l'air comprimé par le fleuret, mais cette façon de procéder entraîne automatiquement un soulèvement énorme de poussières. Les remèdes préconisés pour supprimer ces poussières sont basés sur :

- l'injection d'eau dans le fourneau de mine;
- ou l'aspiration des débris de forage.

Comme les poussières nuisibles, de dimensions inférieures à 5 μ , ont une mouillabilité très faible, du fait que leur surface, par unité de poids, est très grande et que la couche de gaz adsorbé entourant chaque grain ne peut être écartée qu'avec difficulté, il importe que les particules soient imprégnées d'eau au moment même où elles sont formées, c'est-à-dire au fond du trou.

Dans les cas où l'eau n'est pas disponible ou est prohibée (effets désastreux sur le matériel, soufflage de terrains friables, travaux en creusement vers le haut ou fortement inclinés vers le bas, degré hygrométrique et température excessifs dans les mines chaudes et humides), on doit nécessairement avoir recours aux appareils aspirant les poussières (par voie sèche).

Entre ces deux grandes classes vient s'intercaler la « méthode de suppression des poussières de forage par emploi de mousse » dont l'efficacité est très discutée; certains considèrent ce travail comme désagréable, d'autres même n'envisagent plus d'en faire l'essai.

l'amenée d'eau latérale dans le fleuret par une tête d'injection.

En principe, dans le cas des perforateurs à injection d'eau axiale, un tube traverse toute la machine et peut, soit pénétrer dans le fleuret sur une distance de 20 à 30 mm, soit se terminer à une certaine distance de l'extrémité du fleuret (de 5 à 10 mm) (fig. 5). L'eau sous pression débouche à l'autre extrémité du fleuret — côté taillant — où elle se mélange aux poussières dans le fond du trou. De l'air comprimé risque souvent d'être entraîné dans le fleuret par l'effet d'éjection de l'eau passant du tube dans le fleuret. Ce défaut — qui provoque la formation de bulles d'air dans l'eau —

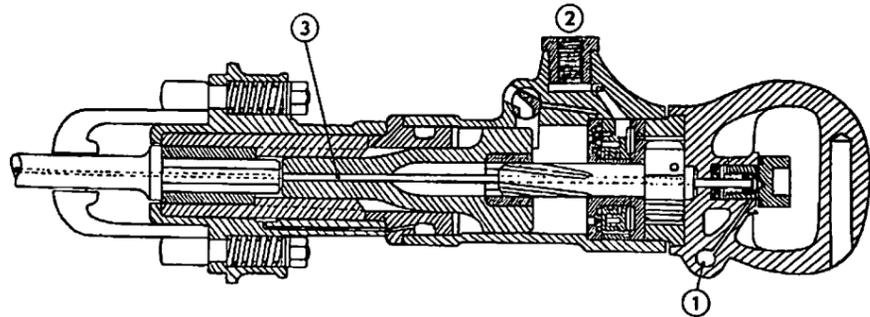


Fig. 5. — Marteau pneumatique à amenée d'eau dans l'axe.

1. Amenée d'eau.
2. Amenée d'air.
3. Canal central.

1) Forage humide

Il existe deux dispositifs d'injection d'eau tant pour les foreuses à percussion que pour les perforatrices rotatives : l'injection d'eau centrale et

a été supprimé dans les modèles récents en réduisant les jeux au minimum, en prolongeant le piston pour réduire les fuites le long des cannelures.

Avec le dispositif d'amenée d'eau latérale (fig. 6), un manchon entoure l'emmanchement du fleuret

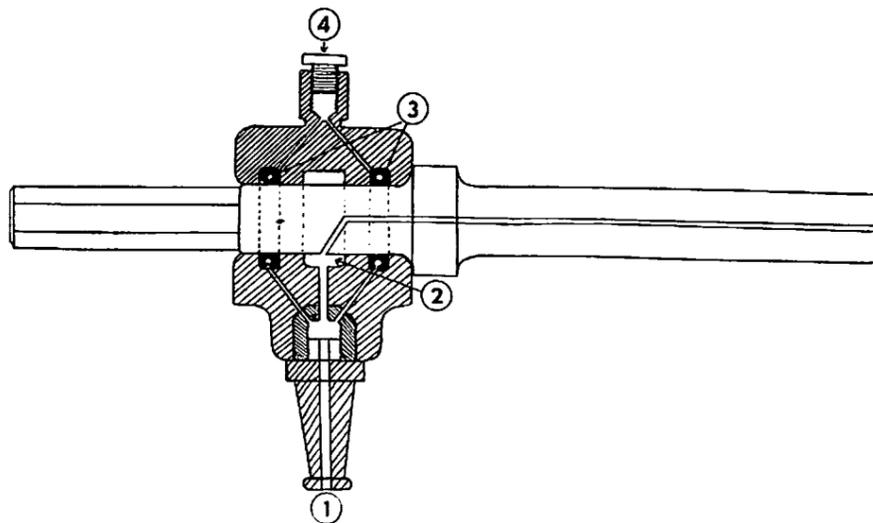


Fig. 6. — Dispositif d'amenée d'eau et d'étanchéité pour marteau.

1. Amenée d'eau.
2. Canal d'eau.
3. Bagues d'étanchéité en caoutchouc.
4. Graisseur.

sans contrarier sa rotation. Un orifice latéral foré dans l'emmanchement même, livre passage à l'eau sous pression qui, comme dans le premier cas, traverse tout le fleuret jusqu'au taillant. Deux anneaux en caoutchouc assurent l'étanchéité entre fleuret et manchon.

2) Capteurs de poussières pour forage à sec

Par la création d'une dépression au moyen d'un éjecteur à air comprimé, l'air poussiéreux est aspiré, soit à l'orifice du fourneau de mine, soit au fond du trou par le fleuret même et filtré ensuite, les poussières étant recueillies dans des manchettes filtrantes (tissus, crin végétal ou animal), des cyclones ou autres dispositifs analogues, ou même, dans certains modèles, précipitées par voie humide. Les moyens pratiques pour réaliser l'aspiration à l'orifice des trous diffèrent évidemment d'un constructeur à l'autre; les variantes sont nombreuses, mais toutes comprennent une tête de captage (métal, fibres ou caoutchouc) à appliquer sur la roche et qui est traversée par le fleuret; la nécessité de forer ou non un avant-trou dépend du mode de fixation de cette tête (fig. 7).

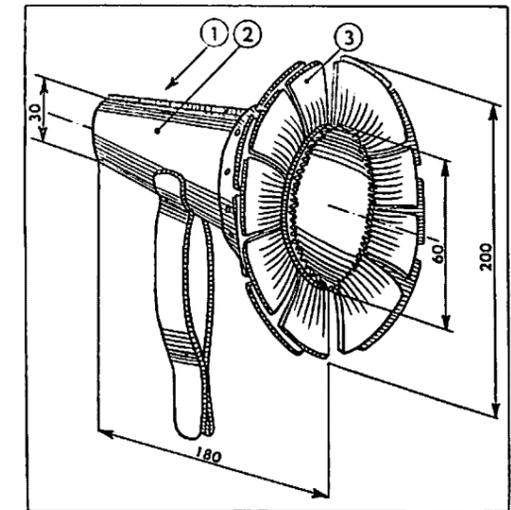


Fig. 7. — Amorce-trous de mine.

1. Charnière.
2. Tôles, épaisseur 1 mm.
3. Languette de caoutchouc.

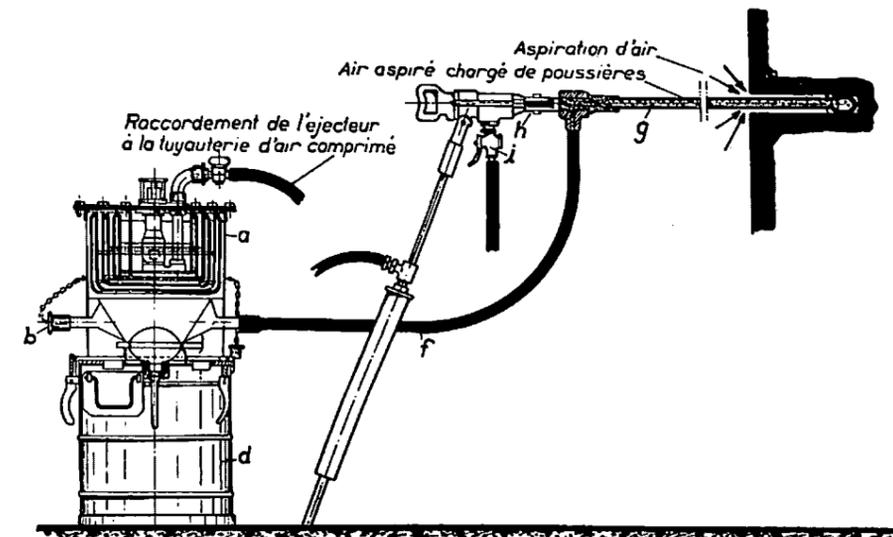


Fig. 8. — Appareil Königsborn pour le captage à sec des poussières.

- Tête d'aspiration : entre h et g
Boîte filtrante avec éjecteur : a
Boîte intermédiaire munie de deux raccords : b, pour flexibles d'aspiration : f
Boîte à poussières : d

Les poussières produites au fond d'un trou peuvent aussi être aspirées par le fleuret auquel est adaptée, à l'emmanchement, une tête d'aspiration analogue à la tête d'injection d'eau latérale (fig. 8, 9, 10). (1) Certains constructeurs proposent en

outre d'aspirer par le fleuret et le corps de la perforatrice (fig. 11). Ces deux derniers systèmes permettent d'éviter à coup sûr l'amorçage du trou sans captage.

Les moyens de lutte destinés à supprimer les poussières de forage ont été décrits et discutés dans les diverses publications présentées au Congrès du Bureau International du Travail.

(1) voir compte rendu par Inichar de l'exposition du matériel minier à Essen, de septembre 1930. Annales des Mines, janvier 1951.

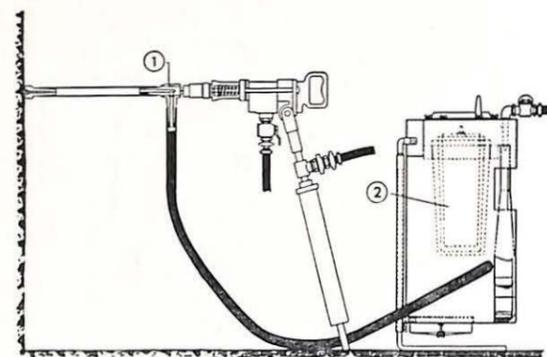


Fig. 9. — Appareil Schmidt pour le captage à sec des poussières.

1. Tête de captage.
2. Sac à poussières triple.

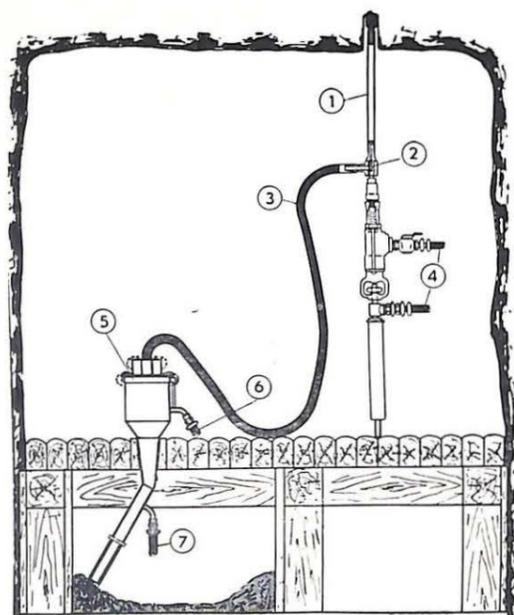


Fig. 10. — Perforatrice avec captage des poussières par fleuret creux et tête d'aspiration.

1. Fleuret.
2. Tête d'aspiration.
3. Flexible d'aspiration.
4. Raccords pour l'air comprimé.
5. Dispositif d'aspiration et de précipitation.
6. Eau.
7. Air comprimé.

La conclusion générale qui s'en dégage est que le forage humide apparaît aujourd'hui comme étant le procédé le plus convenable et le plus efficace à condition que les poussières sortent du trou sous forme de boue.

Les conclusions particulières n'ont pas toujours été aussi unanimes: c'est ainsi que G. Borsari a la conviction, basée sur plusieurs années d'utilisation pratique, que le capteur à l'orifice du trou permet de résoudre d'une manière indubitable le problème du captage des poussières, tout au moins dans les

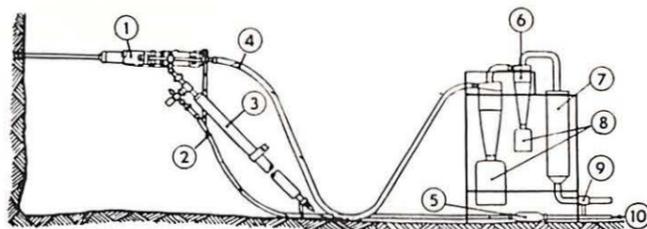


Fig. 11. — Appareil Holman pour le captage à sec des poussières

1. Perforatrice.
2. Flexible pour l'air.
3. Affût pneumatique.
4. Flexible pour les poussières.
5. Graisseur.
6. Cyclone.
7. Sac filtrant.
8. Récipients à poussières.
9. Ejecteur à air comprimé.
10. Air comprimé.

mines ou galeries où l'on ne peut utiliser l'eau (manque d'eau ou en raison du traitement que doit subir le minerai) ainsi que dans les exploitations qui ne peuvent supporter le coût que nécessiterait le renouvellement de leur matériel de perforation.

Par contre, A. Caroli estime que les machines qui ne sont pas munies d'un dispositif d'injection doivent être considérées comme dangereuses à moins qu'elles ne soient pourvues d'un dispositif efficace d'aspiration. A sa connaissance, ces derniers dispositifs sont encombrants, ne sont pas toujours efficaces et coûtent cher. De plus, il constate que les deux procédés humides ont la même efficacité, mais que l'ouvrier est moins gêné dans son travail par l'injection d'eau centrale.

Quand à M. R. Kortschik, il insiste sur le fait que la précipitation des poussières, avec injection centrale, dépend toujours de la plus ou moins grande quantité d'air qui, entraînée par l'eau, s'échappe du taillant. Plus cette quantité d'air est faible, meilleur sera le rendement de suppression des poussières. Par contre, avec l'injection d'eau latérale, le rendement de suppression des poussières reste constant même dans le cas de roches de duretés différentes et ne varie pas non plus si la pression d'eau vient à changer dans le réseau de distribution.

Pour les délégués britanniques, si l'alimentation en eau est suffisante, si de l'air ne pénètre pas dans l'eau, et si le matériel est bien entretenu, les rendements de suppression des poussières sont semblables, que l'injection soit centrale, ou qu'elle soit latérale. Au point de vue pratique, les éléments essentiels à considérer dans ce choix, sont la sécurité du dispositif et l'usure relative des deux systèmes.

Quant aux représentants français, ils constatent que le dégagement de poussières, rapporté à la longueur forcée, est sensiblement le même avec l'un ou l'autre des deux modes d'injection et qu'il est extrêmement faible.

Etudiant les poussières de forage humide, le délégué suédois, M. T. Karlen, a divisé les opérations en deux phases :

- l'amorçage d'un nouveau trou et
- le forage continu dans un granit à grain fin contenant environ 55 % de quartz.

Les résultats de ses expériences conduisent à admettre que la quantité totale de poussières pathogènes produites, lors de l'amorçage humide avec un fleuret comportant une tête d'injection, est comprise entre 10 et 20 mg. tandis qu'avec amorçage à sec, cette valeur atteint 100 et 200 mg. Il se forme autant

de poussières durant l'amorçage humide que durant le forage continu (fleuret 1.60 m taillant Ø 55 mm), mais avec l'amorçage et le forage humides, la production de poussières reste très faible, même dans des conditions défavorables.

§ 2. INJECTION D'EAU DANS LE MASSIF

- « 1) Dans la mesure où cela est possible et nécessaire, les masses de charbon à abattre devraient être injectées au moyen d'eau dans un délai approprié avant l'abatage du charbon.
- 2) Les modalités de l'injection d'eau en veine devraient être déterminées pour chaque veine par l'expérience, notamment en ce qui concerne la quantité et la pression de l'eau ainsi que la disposition, la direction et la profondeur des trous.
- 3) L'écoulement et la pression de l'eau devraient être contrôlés au cours de l'injection.
- 4) Le personnel chargé de l'injection d'eau en veine devrait avoir reçu des instructions appropriées à cet effet ».

Dans une mine naturellement humide, la quantité de poussières produites par les diverses opérations d'abatage, pelletage, évacuation du charbon... est sensiblement moindre que ce que l'on trouve dans les mines sèches au cours des opérations similaires.

La solution idéale pour rendre artificiellement humide un massif sec est d'injecter de l'eau sous pression dans des trous de sonde régulièrement espacés le long du front de taille de façon à atteindre les zones de charbon finement broyé, qui tapissent les clivages et remplissent les cassures.

L'injection d'eau en veine n'est plus discutée dans son principe, les difficultés rencontrées résultant plutôt d'un manque de mise au point dans chaque cas particulier.

En Autriche, de bons résultats ont été obtenus dans une mine d'antracite, mais on y a constaté qu'une injection trop poussée devait être évitée en présence de limets bien marqués pour ne pas provoquer de déplacement du front. Il est un fait que, si la couche présente des cassures importantes, l'eau emprunte ce chemin plus facile et revient directement dans la taille. Si, d'autre part, les clivages et fissures sont très peu ouverts, la résistance à la pénétration est trop forte.

Des essais ont été effectués en Belgique par M. E. Demelonne pour mettre en œuvre des pressions très élevées en ayant recours aux explosifs. On introduit dans des trous de mine de 1.50 m à 2 m de profondeur (Ø 40 mm) un tube en matière plastique ininflammable, de 0.60 m de longueur, contenant un liquide approprié, puis 1 ou 2 cartouches d'explosifs. La charge d'explosifs étant faible, il n'y a pas d'abatage de charbon, mais le liquide est soumis à une pression de plusieurs milliers d'atmosphères et pénètre rapidement et profondément dans tous les joints et fissures environnants.

Quoi qu'il en soit, dans la méthode classique, étudiée et expérimentée par l'Institut d'Hygiène des Mines, il faut envisager de nombreux facteurs qui influent sur l'efficacité de l'injection d'eau en veine à savoir : l'emplacement, l'écartement et la profondeur des trous, la position du bourrage, la pression et la vitesse d'injection, la quantité d'eau. La valeur optimum de ces divers facteurs est déterminée en tenant compte des données géologiques (composition, allure, pente, dureté et humidité de la couche, distance et orientation des clivages) et des conditions d'exploitation (avancement, moyens d'abatage, longueur de taille, soutènement et dispositifs d'évacuation).

Après les résultats encourageants qui ont été obtenus dans les mines belges, M. A. Houberechts énonce dans son rapport les conclusions suivantes :

a) Le succès de l'injection dépend de l'étude systématique des facteurs qui conditionnent la pénétration de l'eau dans la couche, en vue d'adapter la méthode aux particularités de la taille.

b) En contrôlant soigneusement le débit d'eau injecté, l'expérience montre qu'on ne doit pas craindre l'altération des terrains encaissants, et par conséquent des difficultés de soutènement.

c) Si l'on veut que la réussite soit complète, la vitesse et la pression d'injection doivent être choisies aussi faibles que possible. Vu le temps imposé pour terminer le cycle du travail dans le chantier et pour réaliser cette faible vitesse d'injection, on serait tenté de faire l'injection dans plusieurs trous à la fois. Cette façon de procéder n'est applicable que dans des cas très rares de couches parfaitement homogènes. La résistance offerte par différents trous est tellement variable — l'expérience le prouve chaque jour — que l'on risque de répartir l'eau de façon tout à fait inégale.

d) L'addition d'huile ou d'agent mouillant prolonge dans le temps l'efficacité de l'injection et autorise même une certaine réduction de la pression en favorisant la pénétration de l'eau dans les clivages.

e) L'injection d'eau en veine n'a généralement pas d'influence défavorable sur les conditions climatiques existant en tête de chantier (retour d'air). Des réserves s'imposent néanmoins pour certaines tailles de nos mines profondes et chaudes, où la température effective en tête de taille peut être voisine de la température effective limite.

Au Canada, dans les mines de charbon de l'Alberta, les injections d'eau donnent de bons résultats lorsqu'elles sont effectuées dans des trous longs, perpendiculaires au front et sous une pression de l'ordre de 40 kg/cm².

En France, on estime, dans les Mines de la Sarre, qu'il n'est pas avantageux d'utiliser des pressions

d'eau supérieures à 15 kg/cm² parce que le débit injecté varie peu avec une pression plus élevée et que les difficultés techniques (matériel, pompes...) enlèvent tout intérêt pratique. Contrairement à la tendance la plus répandue en Belgique, on recherche l'orientation des trous qui désagrègent le massif le plus possible. On a constaté, comme chez nous, que les veines barrées sont injectables à condition de forer alternativement des trous dans plusieurs bancs.

Dans les gisements français se rapprochant des gisements belges, l'écartement, la profondeur des trous et la position du bourrage sont régis par des considérations identiques aux nôtres.

Dans les exploitations par chambres et piliers, le problème de l'injection est resté sans solution parce que l'on ne parvient pas à l'intégrer dans le cycle du travail, vu la vitesse d'avancement (arrosage et havage humide sont des pratiques courantes dans ces exploitations). Dans l'ensemble, l'injection a un effet favorable maximum durant le poste de havage.

En Allemagne, l'infusion d'eau dans le massif s'effectue quel que soit le pendage du gisement, mais c'est en plateau qu'elle donne les meilleurs résultats probablement parce que le maniement de l'outillage y est plus simple et plus aisé. On prend pour règle de forer des trous de 1,50 m de profondeur quand la largeur de havée est de 1,15 m. Dans les plateaux et semi-dessants, les trous sont forés dans le premier tiers de la hauteur de la veine à partir du toit, pour mieux imprégner le charbon

qui tombera de plus haut. La quantité et la pression d'eau sont fonction de la nature du charbon, le charbon gras pouvant absorber 3 fois plus d'eau qu'un charbon flambant. Les délégués allemands insistent sur le fait que le succès de l'injection dépend plus de la conscience professionnelle des ouvriers chargés de ce travail que de toute autre circonstance.

En Angleterre, l'injection d'eau en veine est considérée aussi comme le procédé idéal de prévention. Les trous forés à une longueur de 0,30 m supérieure à la largeur de havée, sont distants de 1,80 m à 6 m. Les pressions d'eau couramment utilisées varient de 6 à 10 kg/cm² mais ont parfois atteint 40 kg/cm². Les quantités d'eau injectée par trou sont de 20 à 90 litres, à la vitesse de 6 à 9 l/min. Tout comme nous l'avons constaté en Belgique, le contrôle de l'eau injectée est reconnu important afin d'éviter des déboires. Quant aux expériences tentées en ajoutant un agent mouillant à l'eau, elles n'ont pas été concluantes en Angleterre.

En Hollande, les essais ont montré que l'on devait occasionnellement dépasser une pression de 20 kg/cm² pour obtenir une bonne pénétration de l'eau. Même au-delà de cette valeur, certaines couches se sont montrées rebelles et l'injection a dû y être abandonnée par suite de la désagrégation du toit.

Dans les autres pays représentés à Genève, le problème de l'injection d'eau en veine se présente dans des conditions très différentes des nôtres, dues notamment à la méthode d'exploitation par chambres et piliers.

§ 3. HAVEUSES ET MACHINES DIVERSES A ABATTRE LE CHARBON

- «1) Les mesures efficaces devraient, là où c'est nécessaire, être prises pour supprimer les poussières lors du havage.
- 2) Les constructeurs devraient fournir des haveuses et des machines à abattre le charbon déjà munies de dispositifs de suppression des poussières.
- 3) Le dispositif de suppression des poussières devrait être protégé contre les détériorations d'origine mécanique ».

La poussière produite par les haveuses et abatteuses mécaniques est partout combattue par l'eau, seule ou combinée à l'air comprimé. En Angleterre, la mousse a été expérimentée, avec des haveuses, mais les essais, discontinus et de faible envergure, semblent montrer que la poussière est remise en suspension durant les opérations qui suivent le havage.

1) Haveuses

Le dégagement de poussières pendant le havage dépend de plusieurs facteurs :

- L'affûtage des pics conditionne la vitesse de havage et le calibre du havrit; plus les arêtes des pics sont vives, plus les particules sont grossières (le charbon est coupé et non broyé).

- La quantité de havrit formé est évidemment fonction de la profondeur et de la largeur de la saignée; mais sans évacuation automatique du havrit, on risque toujours d'en entraîner une partie en circuit fermé autour du bras de havage et de provoquer une pulvérisation du charbon qui se présentait primitivement en grains assez grossiers.
- Dans le cas de haveuses à air comprimé, l'air d'échappement chasse les poussières déposées sur le mur.
- La haveuse doit être le plus près possible du front de taille pour que la chaîne de havage n'ait pas un trop long parcours à faire dans le courant d'aéragé.

Pour réduire la formation de poussières de havage, la méthode efficace consiste à arroser abondamment le havrit en des points judicieusement choisis, soit à l'extérieur de la saignée, soit dans la saignée même.

En Allemagne, les expériences de l'Institut de Recherches sur la Silicose, confirmées par la pratique, ont montré qu'il n'était pas opportun d'installer des pulvérisateurs à l'intérieur du bras de havage, étant donné qu'ils se bouchent rapidement et perdent ainsi leur efficacité (fig. 12). L'arrosage du havrit se fait plutôt par un tube percé d'orifices (15 trous de 3 mm de \varnothing) logé dans la machine et

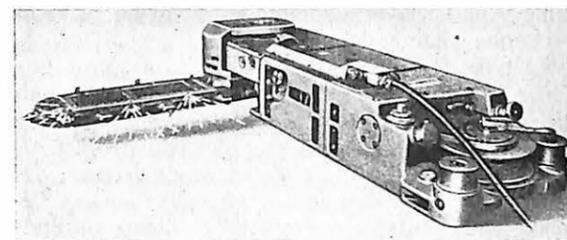


Fig. 12. — Haveuse à pulvérisateurs montés sur le bras de havage.

ainsi protégé contre les coups; ce tube, aboutissant sous la tête de havage, s'est révélé plus efficace, 11 ouvertures sont dirigées horizontalement sur le pignon portant la chaîne et 4 dirigées verticalement sur la chaîne au point où elle sort de la saignée (fig. 13).

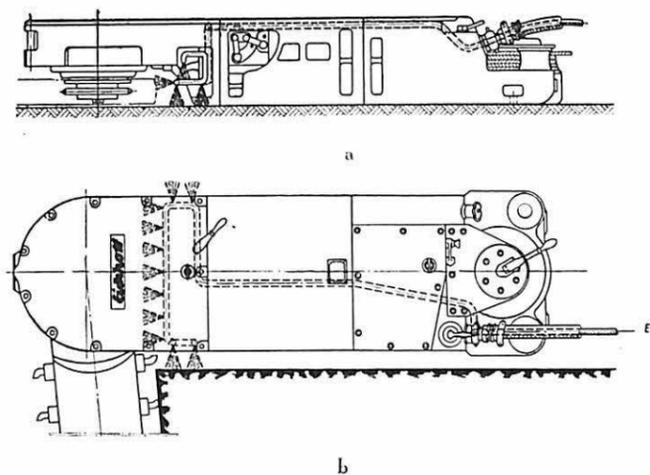


Fig. 13.

Haveuse à dispositif d'aspersion de la chaîne des pics.

Aux Etats-Unis, on préconise généralement de diriger les jets d'eau à la fois sur les pics entrants et sortants. Comme la suppression des poussières est plus difficile dans le havage au toit et le rouillage que dans le sous-cavage, on a suggéré de prévoir des carters pour canaliser le havrit et le conduire au sol en le soustrayant à l'action du courant d'air. L'incorporation de pulvérisateurs dans le bras de havage — système qui semble être le plus logique pour obtenir un contact intime eau-charbon — a été abandonnée pour la même raison qu'en Allemagne (fréquent bouchage des orifices). L'adjonction d'agents mouillants à l'eau a permis de réduire la consommation d'eau pour un rendement de suppression donné.

En France, la méthode qui consiste à abattre la poussière dans la saignée de havage a été employée au début et avec succès. M. Bessière décrit les dispositions spéciales prises dans cet ordre d'idée, notamment l'équipement du bras de havage (à la partie supérieure ou inférieure) de deux canalisations longitudinales, à section rectangulaire en tôle épaisse, qui injectent l'eau par des trous ver-

ticux. Mais là aussi, l'abattage de la poussière à la sortie de la saignée permet l'utilisation de dispositifs plus simples, plus robustes et moins chers; cette seconde méthode s'étend de plus en plus au détriment de la première.

En Angleterre, on constate qu'avec les machines travaillant au-dessus du niveau du sol, l'arrosage à travers le bras de havage est meilleur. En outre, un capot peut être employé pour limiter l'extension du havrit pendant l'écoulement sur le sol et réduire ainsi la vitesse d'assèchement. En pratiquant la saignée au niveau du sol, les pulvérisations externes sont tout à fait efficaces parce que l'eau retombant sur le sol est entraînée dans la saignée par les pics ou se mélange aux poussières sortant de la saignée.

De même que l'injection attaque seulement la poussière résultant des failles, le havage humide combat la poussière produite par désagrégation. Aussi est-il quelquefois nécessaire de combiner les deux méthodes de suppression sur un front.

Il arrive parfois, particulièrement dans les couches épaisses, que l'injection d'eau facilite l'abattage à un tel point que le havage n'est plus alors indispensable.

On a traité les cas difficiles par l'addition d'agents mouillants, mais le besoin s'en est fait sentir rarement. Le havage humide, convenablement appliqué, se révèle excellent pour la suppression des poussières.

Lorsque la force motrice employée est l'air comprimé, l'air éjecté par les moteurs à air soulève souvent la poussière qui se trouve sur le front de taille et l'on devra procéder éventuellement à un arrosage supplémentaire pour la supprimer.

Dans le havage humide, on obtient des résultats satisfaisants en utilisant des pulvérisateurs avec orifice d'un \varnothing de 1/4" et des pressions d'eau de 3,5 à 5,6 kg/cm². Dans la plupart des expériences de sous-cavage, on a trouvé qu'une consommation d'eau de 2 gal/yd (environ 10 l/m) convenait parfaitement. En général, la quantité d'eau nécessaire pour atteindre le même résultat, est moins importante lorsqu'on utilise des bras de havage dans lesquels sont logés les pulvérisateurs.

2) Machines diverses à abattre le charbon

Avec des abatteuses mécaniques, la production de poussières dépend principalement de la nature, de la formation et de la puissance de la couche, elle a lieu au moment où le charbon est dégagé et quand il tombe dans l'engin de transport.

Les mesures effectuées en Allemagne durant l'abattage au rabot ont permis de constater que les teneurs en poussières étaient assez souvent inférieures à celles observées lors du havage.

Le dégagement des poussières au cours du chargement mécanique est moindre parce que, glissant vers l'engin de déblocage, le charbon abattu n'est pas soulevé ni jeté et ne présente plus guère de prise au courant d'air.

Aux Etats-Unis, on constate également que le problème des poussières n'est pas aussi sérieux avec les machines d'abattage continu utilisant des pics

de grande dimension ou des tarières. Le charbon peut être mouillé au moyen de pulvérisateurs (dirigés vers le bas) au moment où il entre dans le convoyeur. Les quelques expériences faites en Amérique avec rabots (importés d'Allemagne) semblent montrer que ce moyen d'abattage produit moins de poussières que certains autres types de machines.

En Angleterre, en ce qui concerne la suppression des poussières, on a trouvé qu'il y avait des avantages certains à utiliser des machines servant à la fois à l'abattage et au chargement du charbon. Avec ces machines, une activité considérable se trouve concentrée dans une zone relativement petite, mais les opérations de suppression le sont également, ce qui permet une meilleure surveillance.

Pour les machines à bras de havage multiples, on utilise la même technique que celle précé-

§ 4. CHARGEMENTS DES PRODUITS ET DEBLAIS

- « 1) Dans les travaux souterrains, et si nécessaire dans les travaux à ciel ouvert, tous les produits et déblais devraient être soigneusement mouillés pendant tout le chargement, à défaut d'autres procédés efficaces de suppression des poussières.
- 2) Lorsque les matériaux sont chargés au bas des cheminées, des mesures efficaces devraient être prises pour supprimer les poussières ».

Lorsque l'on effectue le chargement des produits, charbon, minerais..., les tas sont périodiquement arrosés afin de les maintenir à l'état humide. Cette méthode efficace dépend uniquement du bon vouloir de l'ouvrier lui-même. Il se peut que l'on doive recourir à une pulvérisation superficielle du minerai si celui-ci devient pâteux (graphite par exemple). Dans ce cas, la pulvérisation doit être répétée de nombreuses fois. Mais, comme l'a fait remarquer le délégué allemand, M. R. Kortschik, les mesures les plus efficaces de lutte contre les poussières seront inutiles si l'on ne prend soin d'assurer, grâce à un aérage convenable et bien conduit des chantiers, une évacuation rapide des poussières qui peuvent encore se former, et cela quelle que soit leur quantité. Il faut surveiller tout spécialement l'aérage secondaire dans tous les chantiers en cul de sac pour éviter de faire circuler de l'air en circuit fermé.

En Allemagne, les préférences vont au jet d'eau fin, peu puissant mais de grande ouverture, parce qu'on a constaté qu'un jet violent peut soulever des nuages de poussières. Plutôt que de devoir procéder à de fréquents arrosages en cours de chargement, on trouve qu'il est avantageux, lorsque les conditions le permettent, d'installer des pommes d'arrosage ou des pulvérisateurs fonctionnant de façon continue. Cette disposition est surtout intéressante pour le chargement mécanique qui peut se poursuivre sans interruption, que ce soit avec les chargeuses à racloir, les chargeuses à benne, les chargeuses à secousses, les pelleuses ou les chargeuses à griffes. M. R. Kortschik souhaite que les

nisées pour le havage humide en envoyant de l'eau à chaque chaîne de pics.

Le type de machine à « charrue » provoque une désagrégation moins grande du charbon. Mais, malgré une injection d'eau préalable, ces machines sont encore susceptibles de soulever des poussières. L'arrosage présente alors le seul moyen de défense; des jets relativement abondants, concentrés sur les éléments tranchants, donneront de meilleurs résultats que des jets pulvérisés (plus efficaces pour lutter contre les poussières en suspension).

D'une façon générale, les experts ont reconnu que la mécanisation, sous quelque forme qu'elle soit, diminuait le danger pneumoconiotique parce qu'elle réduit l'effort fait par les ouvriers qui, de ce fait, voient leur ventilation pulmonaire moins active. Sans doute peut-on, compte tenu de ces circonstances, exiger dans ce cas le port d'un masque reconnu efficace.

constructeurs prévoient, au stade des études de leur matériel, un dispositif de protection contre les poussières, l'expérience montrant en effet que lorsqu'on ajoute, après coup à la machine, des dispositifs de suppression de poussières, cette adjonction ne constitue qu'un pis-aller.

Pour le chargement mécanique en taille, il y aurait lieu d'utiliser des convoyeurs à raclettes et des chargeuses à racloir en humidifiant tout le parcours au moyen de pulvérisateurs d'eau.

Au Canada, on estime que, en plus de l'arrosage systématique des déblais, les berlines vides devraient être passées au jet d'eau avant de commencer le chargement.

Les auteurs français MM. P. Expilly, H. Duserre et J. Fourestier, ont constaté que l'arrosage des déblais, presque jusqu'au refus et même dans le cas de galeries humides, permet d'atteindre des rendements de suppression de poussières de 50 à 65%. On s'abstiendra toutefois d'arroser en galerie excessivement humide. Pour les travaux en grande section, des pelles à chargement continu avec rotors sont utilisées. Elles suppriment la production de poussières par basculement du godet sur les tapis ou dans les wagonnets.

En Suède, où le chargement du minerai s'effectue principalement au moyen d'excavateurs, le mouillage se fait, soit au moyen d'un dispositif automatique hydraulique placé sur la flèche de l'excavateur, soit par arrosage à la main.

En Angleterre, l'expérience acquise dans les mines de charbon du sud du Pays de Galles, montre que, si la suppression des poussières est efficace à la source même, les opérations suivantes ne provoquent qu'une dispersion très limitée des poussières. Si le charbon est remué à la main, on peut, d'après M. A. Horner, aborder ce problème en : modifiant l'opération pour réduire l'importance de la cause, ou en appliquant des moyens purement suppressifs.

Il est essentiel que le moyen de transport soit aussi près que possible du point où se trouve le

charbon à charger (pour éviter l'éparpillement du charbon jeté à la volée).

Le chargement des roches ne devrait se faire qu'à partir d'un tas de déblais bien humectés et, si nécessaire, de l'eau devrait être projetée au point de chute de la roche dans la berline ou sur les convoyeurs. Avec les pelleuses, l'arrosage superficiel du tas présente en effet peu de valeur d'autant plus que l'action de ces machines est brusque. Les chargeuses combinant l'action de pelletage et de raclage (chargeuse Joy, « bec de canard ») sont moins brusques, prélèvent les produits plus à la surface du tas, et se prêtent donc mieux au traitement humide.

Aux Etats-Unis, tant dans les exploitations de charbon que dans les gites minéraux, on insiste sur le mouillage du produit avant et pendant le charge-

ment. Les chargeuses mécaniques doivent être munies de pulvérisateurs en vue d'obtenir un mouillage continu du produit abattu pendant tout son chargement.

En Union Sud Africaine, les chargeuses mécaniques de 1/3 à 1/2 tonne ou les scrapers remplacent le pelletage à la main. Les expériences ont montré qu'une humidification appropriée empêchait la production d'une quantité excessive de poussières à condition de maintenir l'aérage à un niveau suffisant.

Les poussières soulevées au cours du chargement peuvent donc être réduites en évitant l'éparpillement des produits abattus dans un courant d'air trop violent, en réduisant les manipulations trop brusques et en humidifiant les déblais.

§ 5. MARTEAUX-PIQUEURS PNEUMATIQUES

- « 1) Les constructeurs devraient fournir des marteaux-piqueurs pneumatiques déjà munis de dispositifs appropriés pour y fixer les pulvérisateurs et pour dévier ou diffuser l'échappement: ils devraient assurer l'étanchéité du porte-outil.
- 2) La quantité d'eau pulvérisée devrait être réduite au minimum nécessaire pour un bon abattage des poussières.
- 3) Les marteaux-piqueurs pneumatiques humides devraient être construits de telle façon que leur mise en marche déclenche simultanément l'alimentation en eau.
- 4) L'eau alimentant les marteaux-piqueurs pneumatiques devrait être filtrée ».

L'emploi du marteau-piqueur pneumatique peut provoquer un dégagement considérable de poussières par la désagrégation du charbon même, par l'effet de décharge de son air d'échappement ou les fuites d'air le long de l'aiguille et inévitablement par la chute du charbon sur le sol.

En Belgique, l'Institut d'Hygiène des Mines a proposé avec succès toute une série de perfectionnements aux marteaux-piqueurs pneumatiques, afin de réduire à un minimum la poussière fournie lors de leur emploi.

Le premier moyen imaginé pour réduire le soulèvement de poussières a été de munir le marteau-piqueur d'une bague d'étanchéité entre la pointe de l'outil et son décaleur et de canaliser l'air d'échappement ou de placer un diffuseur de manière à transformer les décharges d'air comprimé en une évacuation continue à faible vitesse. Cette simple modification du marteau permet de diminuer la teneur en poussières dans les travaux où le piqueur est la seule cause du soulèvement de poussières.

L'adjonction d'un dispositif à pulvérisation permet de neutraliser la poussière prenant naissance au fractionnement des blocs et de réduire celle qui est provoquée par la chute du charbon.

Les modalités d'application sont variées; les uns alimentent les pulvérisateurs en eau seulement, tandis que les autres placent des pulvérisateurs mixtes

alimentés en eau et en air comprimé qui provient soit de la tuyauterie mère, soit de l'échappement du marteau.

L'humidification excessive du mur de la couche et de l'atmosphère doit être évitée à tout prix pour ne pas aggraver les conditions de travail.

Les marteaux-piqueurs choisis doivent être tels qu'il soit toujours possible de limiter la consommation d'eau; c'est une nécessité presque vitale. En admettant que l'on puisse tolérer sans inconvénient une quantité d'eau égale à 1 % du tonnage produit, le débit par outil peut varier de 20 à 40 litres/heure de fonctionnement, suivant la plus ou moins grande dureté du charbon, mais pas plus. Puisqu'on limite le débit d'eau, les orifices de réglage des pulvérisateurs sont généralement de petit diamètre. Ces ajutages peuvent s'obstruer facilement; c'est pourquoi il faut une eau d'alimentation propre — non incrustante si possible — pour obtenir un fonctionnement correct.

Les marteaux à pulvérisateurs mixtes peuvent devenir des générateurs de poussières en cas d'arrêt de la distribution d'eau. Certains constructeurs, par exemple, tout en maintenant le principe de l'alimentation mixte, ont adapté un déflecteur qui détourne l'échappement si l'eau vient à manquer. De multiples expériences et contrôles ont été réalisés en taille; tous les résultats sont favorables, bien qu'étant évidemment variables suivant les chantiers et les particularités propres à ces chantiers.

Les résultats expérimentaux antérieurement publiés par l'Institut d'Hygiène des Mines, et obtenus aussi bien dans des chantiers à forte production et faible inclinaison que dans des courtes tailles à fort pendage, ont fourni, par rapport au marteau-piqueur ordinaire, des rendements de suppression des poussières supérieures à 67 % en poids et 63 % en nombre de particules, certains atteignant même respectivement 83 % et 81 %.

Ces essais confirment la valeur du marteau à pulvérisation comme moyen de lutte contre les poussières.

Les cas d'application ne sont pas tous aussi favorables, mais là où les causes de soulèvement

de poussières sont multiples et d'importance très inégale, les marteaux-pics à pulvérisation sont toujours susceptibles d'améliorer — à eux seuls — les conditions de travail ou peuvent renforcer les rendements obtenus par d'autres méthodes.

En Angleterre M. A. Horner signale que les marteaux-piqueurs sont très employés dans le district minier du Sud du Pays de Galles. Il fait observer également les fuites d'air en avant du marteau et à l'échappement. Il décrit le moyen employé en Angleterre pour dévier ces courants d'air.

Poursuivant ensuite l'évolution du marteau humide, il en arrive au marteau à pulvérisation périphérique et rappelle les deux tendances actuellement en présence et dépendant des marques des marteaux. Certains marteaux sont pourvus d'un débit fixe, alors que dans d'autres le débit peut être réglé à volonté (ceci est surtout intéressant pour les couches tendres où de plus grandes quantités d'eau sont nécessaires).

Il insiste aussi sur la question de la propreté de l'eau et de sa pression.

Au début, l'application des marteaux humides a été entravée par certaines difficultés. Mais actuellement, il y a lieu de compter sur leur généralisation. Certains ont été jusqu'à proposer l'abolition du marteau-piqueur, « source irrémédiable de poussières ».

On ne peut savoir avec certitude si l'on n'en viendra pas un jour à abolir les marteaux humides. Mais il est certain qu'actuellement leur utilisation peut être assurée pour une période encore très longue.

M. A. Winstanley confirme également que, grâce aux progrès récents réalisés dans la construction des marteaux-piqueurs à pulvérisation d'eau, il est possible de généraliser leur emploi dans les mines de Grande-Bretagne.

M. R. Kortschik nous apprend que récemment les marteaux-piqueurs à pulvérisation d'eau ont été

mis au point en Allemagne, en collaboration avec l'Institut de recherches sur la silicose de l'Association mutuelle professionnelle pour l'industrie minière.

- Ces marteaux réalisent les conditions suivantes :
- atomisation parfaite de l'eau;
 - fonctionnement automatique, c'est-à-dire que le marteau ne doit pas pouvoir fonctionner sans alimentation en eau. La gâchette commande la soupape d'arrivée d'eau. Après que l'eau sous pression a pénétré dans le marteau, un piston placé dans la poignée du marteau ouvre la soupape d'admission d'air comprimé;
 - alimentation par un flexible jumelé pour l'air comprimé et l'eau. (fig. 14).

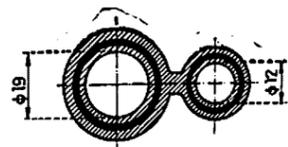


Fig. 14. — Flexible jumelé.

Une bague en caoutchouc est également placée à l'avant du marteau pour augmenter l'étanchéité de l'aiguille.

Les essais entrepris par l'Institut de recherches sur la silicose ont démontré qu'on pouvait réduire le soulèvement de poussières de l'ordre de 95 % en poids d'après des mesures faites au Tyndallemètre.

M. R. Kortschik ajoute encore que, pour obtenir un bon fonctionnement de ces marteaux, il importe que l'eau utilisée reste toujours propre. Pour cela, on munit le dernier tuyau de la canalisation d'amenée d'eau d'un purgeur permettant de retenir les impuretés contenues dans l'eau. Ces marteaux-piqueurs sont utilisés volontiers par le personnel.

§ 6. LE TIR DES MINES

- 1) Les poussières du tir devraient être activement évacuées par l'aérage et, si nécessaire, abattues par des pulvérisateurs ou des canons à brouillard ou supprimées par filtration.
- 2) La pulvérisation ou les brouillards utilisés pour abattre les poussières du tir devraient couvrir efficacement toute la section du chantier ou de l'installation dans lesquels ils sont utilisés.

Les quantités considérables de poussières soulevées lors du tir des explosifs sont éminemment nocives en ce sens que le diamètre moyen des particules est très petit et que les constituants minéralogiques des roches présentent un risque de pneumoconiose.

Les moyens défensifs mis en œuvre pour y remédier consistent en ordre principal à faire les minages si possible en l'absence de personnel, à mouiller les parois (roche front de taille) avant le tir, à pulvériser de l'eau sous forme de brouillard pour

rabattre les fumées et les poussières, à maintenir une ventilation secondaire au maximum des possibilités, à proportionner la charge d'explosifs au travail à effectuer.

Les essais réalisés en Allemagne dans les galeries ont porté sur le type d'aérage secondaire, les facteurs climatiques, le trajet de l'air de retour jusqu'au puits, la vitesse du courant d'aérage, la section des galeries, le diamètre des canars, le type, la quantité d'explosifs et le nombre de coups.

L'élimination des poussières et fumées de tir est facilitée par l'aérage aspirant, mais à condition d'installer une courte ligne de canars soufflants d'une longueur de 15 m environ amenant l'air pur à front.

Le délégué allemand signale que, la suppression des poussières par pulvérisateurs simples ou mixtes (eau-air), n'est possible que si la température sèche reste inférieure à 30° C avec un degré hygrométrique de 0,85, les conditions climatiques devenant insupportables, à partir de cette limite.

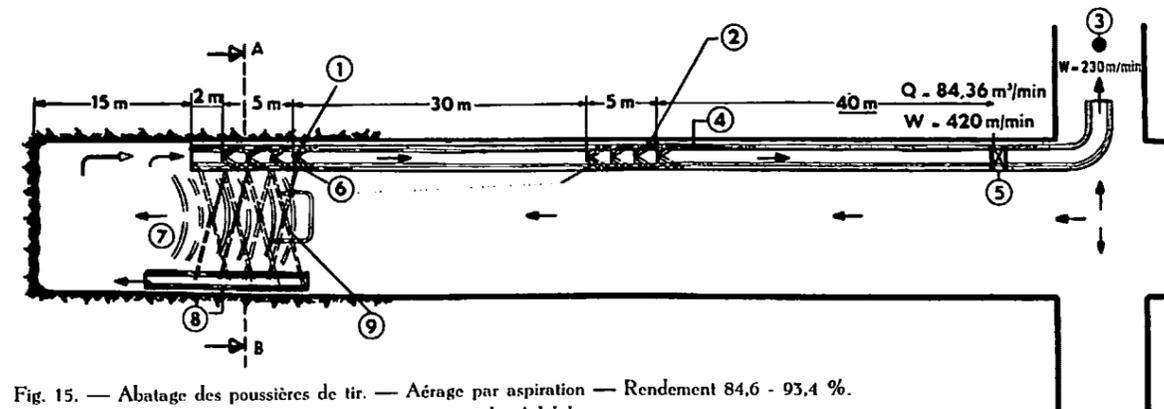


Fig. 15. — Abatage des poussières de tir. — Aérage par aspiration — Rendement 84,6 - 93,4 %.

1. 4 pulvérisateurs mixtes à projection axiale Adolphs.
2. 4 pulvérisateurs à projection axiale Adolphs.
3. Point de mesure.
4. Canar Ø 500.
5. Ventilateur.
6. Zone d'abatage.
7. Zone de brouillard.
8. Canar soufflant Ø 300.
9. 4 pulvérisateurs mixtes à projection radiale Adolphs.

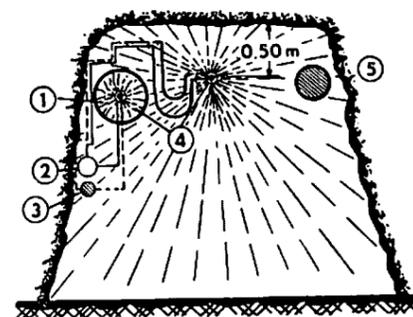
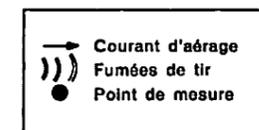


Fig. 15.

Raccordement des pulvérisateurs aux conduites d'air comprimé et d'eau. Coupe A—B.

1. Canar aspirant Ø 500.
2. Tuyauterie d'air comprimé Ø 100.
3. Tuyauterie d'eau Ø 50.
4. Pulvérisateurs mixtes.
5. Canar soufflant Ø 300.

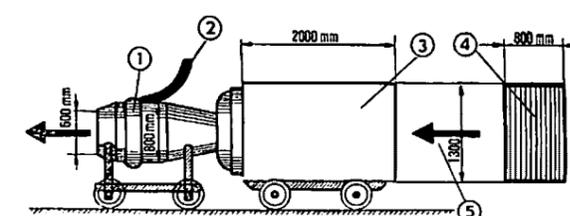


Fig. 16. — Filtre de galerie DEA.

1. Ventilateur.
2. Air comprimé.
3. Caisse du filtre.
4. Sections filtrantes.
5. Admission d'air.

Le débit de la ventilation secondaire doit au moins valoir 1 m³/sec; dans le cas de la ventilation soufflante, l'élimination des poussières par pulvérisateurs dans la galerie même est fonction de la section et de la vitesse de l'air dans le travers-bancs.

Si la section dépasse 5 à 7 m² et si la vitesse de l'air est supérieure à 15-20 m/min, il est recommandé de diriger le jet des pulvérisateurs dans le sens inverse du courant d'air.

Avec la ventilation secondaire aspirante, les appareils d'abatage des poussières sont installés dans la conduite des canars : notamment des pulvérisateurs simples formant la zone d'abatage des poussières, 30—40 m en arrière (figure 15). « La conclusion du rapport de M. R. Kortschik » est que « la combinaison de zones de brouillard et de zones d'abatage permet d'éliminer 85 % au moins

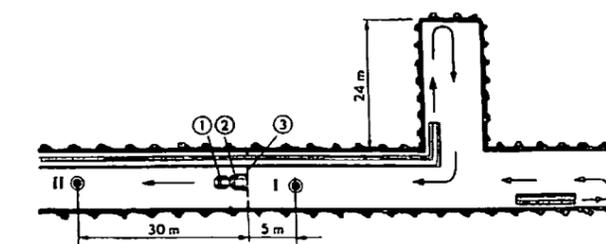


Fig. 17. — Schéma de l'installation pour l'essai du filtre de galerie DEA.

1. Ventilateur.
 2. Filtre.
 3. Cloison.
- I-II. Points de mesure.

que le type et la quantité d'explosifs utilisés, sont des facteurs d'importance secondaire ».

Avec aérage secondaire soufflant, des essais d'abattement des poussières de tir ont eu lieu par précipitation à sec au moyen d'un « filtre de galerie ». Le filtre avec ventilateur peut être installé en un point quelconque de la galerie, ou bien il peut être monté sur rails de façon à pouvoir être déplacé facilement. La disposition du filtre de galerie est représentée fig. 16 et 17. Il comprend un filtre proprement dit et un ventilateur. M. Kortschik signale que le rendement d'abatage des poussières fines peut atteindre 98,5 %.

Les autres communications présentées au B.I.T. reprennent les mêmes recommandations que celles citées plus haut : procéder au tir en dehors du poste, si possible; utiliser des pulvérisateurs à brouillard; avoir un aérage et une répartition d'air appropriés; la ventilation aspirante dans les préparations étant reconnue comme le moyen le plus efficace de soustraire le personnel aux fortes concentrations de fumées et poussières.

Pour le tir en charbon, les Américains sont d'avis d'employer les procédés « Airdox », « Cardox » et « Hydrox » qui permettent d'obtenir une rupture de charbon moins violente. Toutefois, ces procédés ont des caractéristiques économiques peu favorables.

M. B. Berger nous rapporte l'avis de M. Guire d'après lequel l'utilisation de détonateurs à micro-retard réduirait considérablement l'effet de l'onde de choc qui soulève les poussières déposées, tandis que M. P.K. Reed pense que « l'infime décalage dans le temps, ne permet pas d'importants mouvements du charbon, qui formeraient par frottement des poussières suffisamment fines pour être mises en suspension dans l'air ».

En France par contre, dans le travail au rocher, les détonateurs à micro-retard sont considérés par M. P. Expilly comme « amenant une fissuration énorme qui a tendance à favoriser les éboulements ». Le même auteur signale que les détonateurs à micro-retard seraient susceptibles de créer des concentra-

tions de poussières excessives. Le même rapport recommande encore d'éviter les perforations latérales et par conséquent les volées latérales, surtout avec la ventilation aspirante.

Au Canada, les trous de forage sont rincés avant d'être chargés et bourrés avec un mélange comportant 50 % d'argile et 50 % de poussières stériles exemptes de silice.

On peut aussi diminuer la quantité de poussières de charbon en disposant d'une manière appropriée les trous de mine et en utilisant la quantité convenable d'explosifs dans chaque trou.

Le délégué sud africain, J. P. Rees, nous apprend que l'opinion exprimée par des cercles médicaux dans le Witwatersrand indique qu'il est plus important d'éliminer toutes traces de fumées nitreuses, « l'exposition à ces fumées étant considérée comme une cause contributive de la silicose ». Le tir au cours du poste est normalement interdit. La technique actuelle consiste à faire passer l'air à travers une couche de produits inertes, humidifiés avec une solution de 1 % de permanganate de potasse et 2 % de carbonate de soude.

Les délégués anglais font les mêmes recommandations qu'aux Etats-Unis au sujet de l'emploi de l'Hydrox, Cardox et Airdox. L'arrosage des fronts étant en fait peu efficace, on préfère combiner la ventilation soufflante avec la ventilation aspirante.

De plus, la technique du « bouchon canadien » est très pronée, car l'avantage de cette méthode réside dans le fait que la zone ébranlée est réduite au minimum. Lorsque la cavité a été formée, les coups de mine complémentaires brisent l'intérieur de la face libre. En conséquence, il se produit moins de dispersions des débris et l'équipement d'aération peut être approché et maintenu beaucoup plus près des fronts qu'avec les méthodes de tir classiques. De cette façon, non seulement la formation des poussières est réduite, grâce à un minimum d'effet brisant et de dispersion, mais l'enlèvement rapide de la poussière et des fumées se trouve facilité.

§ 7. TRANSPORT

1) Les points de transbordement et de chargement devraient être construits de manière à éviter la dispersion des poussières dans l'air, ou les poussières produites devraient être supprimées par des procédés humides ou secs appropriés.

2) Les matières tombées au cours du transport devraient être enlevées au fur et à mesure.

Les moyens de prévention et de suppression des poussières appliqués en taille, tels que l'injection d'eau en veine et l'emploi de marteaux à pulvérisation, contribuent naturellement à réduire les soulèvements de poussières au cours du transport des produits.

On est unanimement d'accord sur l'efficacité de pulvérisateurs disposés le long des transporteurs et à tous les points de chargement ou de chute, où des soulèvements de poussières sont à craindre.

Cependant, le mouillage des produits avant chute est plus efficace que la pulvérisation. D'autre part, l'excès d'eau est nuisible, ici également il peut provoquer le glissement des bandes ou l'adhérence du charbon sur les convoyeurs à secousses; ce sont les chaînes à raclettes qui en souffrent le moins.

L'efficacité de la pulvérisation au-dessus des berlines est plus discutée. On pratique avec succès l'arrosage après chargement. Aux Etats-Unis, des rampes de pulvérisateurs alimentés en eau additionnée d'agents mouillants sont mis automatiquement en marche au passage des rames; mais ce système est généralement jugé peu efficace. Enfin, on a également essayé, avec succès, le mouillage par un jet de vapeur préparé dans une chaudière électrique.

L'emploi de sels hygroscopiques, épandus en solution avec ou sans agents mouillants le long des voies, est considéré généralement comme un moyen

auxiliaire efficace pour combattre les poussières dans les voies de roulage. Certains inconvénients, notamment la détérioration des épissures des câbles et les affections cutanées, sont controversés.

Pour certains points particuliers, le soulèvement des poussières est très intense, notamment à la base des trémies lors de l'extraction par skip, au point de décharge d'un transporteur ou d'un descenseur hélicoïdal dans les berlines, etc.; on recommande pour ces cas l'arrosage par pulvérisateurs très pénétrants. Ce procédé peut être complété par la mise sous carter ou l'adoption de tout système de cloisonnement permettant d'éviter la rencontre d'air à grande vitesse et de charbon en chute libre. Lorsque le charbon est sec et friable, ces mesures peuvent se révéler insuffisantes et il devient nécessaire d'aspirer sous des hottes, au moyen d'un ventilateur auxiliaire, l'air chargé de poussières. Cet air sera filtré avant d'être remélangé au courant général. On recommande à cette fin des filtres en flanelle ou des cyclones, ces appareils pouvant être combinés avec des écrans de pulvérisateurs.

Divers rapports insistent sur la nécessité d'un nettoyage périodique des voies où se fait le trans-

§ 8. PREPARATION DU CHARBON, DES MINERAIS ET AUTRES MINERAUX

« Les installations de préparation qui donnent lieu au dégagement de quantités dangereuses de poussières devraient être munies de dispositifs appropriés de suppression des poussières par voie sèche ou humide ».

Comme pour le transport des produits, la technique de lutte contre les poussières dans les installations de préparation des combustibles, minerais et autres minéraux, consiste à pulvériser de l'eau au voisinage de tous les points de chute et de toutes les sources de soulèvement de poussières.

Les appareils générateurs de très grandes quantités de poussières, comme les broyeurs et culbuteurs, seront mis entièrement sous carter ou hotte. L'air aspiré sera nettoyé dans des cyclones ou filtres appropriés. Il faut en effet éviter que l'air de

port, spécialement près des points de chargement et le long des transporteurs à courroie ou à secousses. Des quantités importantes de fines poussières de charbon explosives peuvent en effet s'y déposer ou être formées par l'écrasement de blocs ayant glissé des transporteurs. Cependant, le pelletage soulève beaucoup de poussières, ainsi recommande-t-on l'arrosage; dans les pays anglo-saxons, on pratique même le nettoyage au moyen d'un aspirateur spécialement conçu.

Divers rapports soulignent également l'intérêt de voies de roulage à grande section, on évite ainsi de grandes vitesses d'écoulement de l'air dans la section rétrécie par le passage des rames. Les Allemands recommandent d'adopter des sections suffisantes pour que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,8 à 1,2 m/sec. Il est aussi préférable d'utiliser des transports lents et lourds, au moyen de berlines à grande capacité présentant une surface libre proportionnellement moindre; de ne pas charger excessivement les wagons, et d'adopter pour les bandes transporteuses les vitesses minima compatibles avec les exigences de l'exploitation. Pour les wagons un bon chargement peut être assuré au moyen de vibreurs.

ventilation aspiré dans les travaux ne soit initialement chargé de poussières.

L'expérience montre que le choix d'un emplacement et d'un type de pulvérisateur appropriés permet une suppression satisfaisante des poussières sans augmentation excessive de la teneur en humidité.

Il convient aussi d'enlever les dépôts de poussières qui s'accumulent dans l'installation au moyen d'aspirateurs transportables.

Enfin, un contrôle parfait de la circulation de l'air dans chaque partie est du plus haut intérêt.

Lors de l'établissement de nouveaux triages-lavoirs, la préférence devrait être donnée aux méthodes de lavage humide où le risque de production et de soulèvement de fines poussières est très réduit.

(à suivre).

Journée d'Etudes des Centrales de Sauvetage de Belgique

LIEGE, 4 MAI 1953

Compte rendu

Dans le cadre de la Foire Internationale de Liège, à l'initiative de la Centrale de Sauvetage des Charbonnages du Bassin de Liège, le lundi 4 mai se sont réunis en la spacieuse salle des conférences, des professeurs d'université, des ingénieurs, des médecins, des techniciens du sauvetage venus de tous les bassins charbonniers de Belgique.

La séance fut honorée de la présence de M. le Directeur Général des Mines Meyers, de M. Rigo, Administrateur Directeur-Gérant des Charbonnages du Hasard, Président du Conseil d'Administration de la Centrale de Liège, de M. Venter, Directeur d'Inichar, de MM. les Professeurs L. Denoël et Guérin de la Faculté des Mines, Leclerc de la Faculté des Sciences, Moureau et Coppée de la Faculté de médecine de notre Alma Mater, et de nombreuses personnalités appartenant à la Direction de nos charbonnages belges et à l'Administration des Mines.

En ouvrant la séance, M. F. Leloup, Ingénieur en chef aux charbonnages de Wérister, Président du Comité de Surveillance de la Centrale de Liège, après un cordial souhait de bienvenue à tous ceux qui avaient bien voulu apporter leur participation aux travaux de cette journée d'études des Centrales de Belgique, a signalé que, de tout temps en Belgique, médecins et ingénieurs ont mis leurs efforts en commun pour améliorer les conditions de travail dans les charbonnages.

L'approfondissement de nos puits (et certains charbonnages belges détiennent le record mondial de la profondeur des chantiers) a posé dans ces derniers temps à l'industrie charbonnière un problème nouveau « le travail en milieux surchauffés ».

Dans les chantiers de ces charbonnages, situés à grande profondeur, la température de la roche et même celle de l'air ambiant dépasse la température du corps humain et ce fait impose à l'organisme humain des conditions biologiques qui appellent de la part des techniciens une attention toute spéciale.

A l'Institut d'Hygiène des Mines de Hasselt, qui fut créé en 1944 à l'initiative de la Fédération des Associations Charbonnières de Belgique (1) avec, comme programme général, l'étude de toutes les questions intéressant la santé des ouvriers houilleurs, des équipes de médecins et ingénieurs ont depuis plusieurs années poursuivi avec une ténacité et une sagacité auxquelles il faut rendre hommage la solution du problème du travail en milieux chauds et corollairement de celui de l'emploi des appareils de sauvetage en pareilles circonstances.

Le Comité organisateur avait en conséquence invité à sa tribune M. le Professeur Houberechts, Directeur de l'Institut d'Hygiène des Mines de Hasselt, et son collaborateur médecin, le Professeur Lavenne.

Ce que les charbonnages belges ont fait pour améliorer le climat souterrain

par A. HOUBERECHTS,

Professeur à l'Université de Louvain,
Directeur de l'Institut d'Hygiène des Mines, à Hasselt.

Lorsque, sous la contrainte des nécessités économiques, les charbonnages belges ont approfondi leurs puits et mis en exploitation de nouveaux étages en ouvrant des chantiers dans des veines de plus en plus chaudes, la question de la réfrigération des lieux de travail s'est ajoutée aux nom-

breux et difficiles problèmes qu'ont déjà à résoudre les ingénieurs des mines. Par l'exposé du Docteur Lavenne, vous comprendrez comment on est arrivé à fixer les caractéristiques des climats limi-

(1) Aujourd'hui - Fédération Charbonnière de Belgique.

tes que les exploitants ont voulu s'imposer. Divers moyens favorisant le maintien d'un climat supportable par un homme au travail ont aussitôt été étudiés et appliqués. Ce sont : la possibilité d'augmenter le débit d'air de ventilation grâce à l'étude des équipements réduisant au minimum les pertes de charge, le refroidissement préalable des voies d'entrée d'air et l'emploi de procédés de soutènements (par claveaux par exemple) comportant une meilleure isolation thermique et supprimant ou retardant les recarrages qui détruisent l'enveloppe calorifuge déjà formée, l'emploi de moteurs à air comprimé de préférence aux moteurs électriques ou à combustion là où les circonstances économiques le permettent, le transport du charbon par les voies de retour d'air, la disposition des tuyauteries d'air comprimé chaud dans les puits de retour d'air, la pratique du remblayage de préférence à celle du foudroyage, le dosage strict de l'eau utilisée pour la lutte contre les poussières, etc.

Toutefois dans certains cas, la conjugaison de plusieurs de ces moyens n'ayant pas permis d'obtenir un résultat satisfaisant, la réfrigération artificielle est devenue inévitable. Des études relatives au bilan thermique des chantiers d'abattage ont montré qu'il convenait alors de prévoir par chantier une puissance frigorifique de l'ordre de 300 000 à 350 000 frig/h.

Une première installation fut mise en service au Charbonnage de Zwartberg en 1949. Elle est représentée schématiquement à la figure 1. Au pied de la taille (entrée du chantier à refroidir), on dispose un échangeur E par surface, dans

échangeur doit être peu encombrant et léger, car il doit périodiquement être déplacé en fonction de l'avancement du front d'abattage. Enfin, et bien qu'il doive être équipé à son entrée d'un filtre anti-poussière et à sa sortie d'un séparateur d'eau, il ne peut présenter une perte de charge élevée, car la puissance absorbée par le ventilateur qu'il comporte doit rester modérée.

Comme le débit d'eau nécessaire à la réfrigération est de l'ordre de 30 à 40 m³/h, il convient de donner aux tuyauteries reliant l'échangeur E à l'évaporateur V, et qui peuvent avoir une longueur de plusieurs centaines de mètres, un diamètre d'environ 125 mm. Celle amenant l'eau de V à E doit être calorifugée et comprend la pompe de circulation C2, tandis que celle ramenant le liquide de E vers V comporte un réservoir d'équilibre situé à une dizaine de mètres au-dessus de V, de façon à maintenir dans les limites admissibles la pression sur le faisceau tubulaire de l'évaporateur V, et à permettre l'addition de l'appoint d'eau nécessaire à la compensation des pertes.

Quant à la machine frigorifique, le fait de l'installer au fond lui impose un certain nombre de sujétions auxquelles la technique peut actuellement faire face. Pour éviter tout risque d'accident en cas de fuite, il faut d'abord que le fluide frigorigène ne soit ni inflammable, ni toxique, ni irritant. Cette condition exclut les fluides frigorigènes classiques, tels que l'ammoniac par exemple, et impose l'usage de fréons, dérivés chlorofluorés du méthane ou de l'éthane, et dont les plus employés

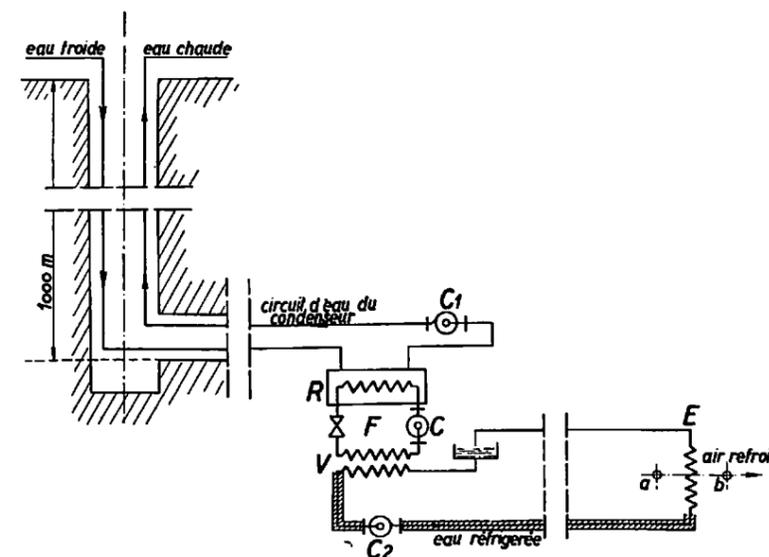


Fig. 1.

lequel circule en circuit fermé de l'eau réfrigérée, maintenue à basse température par une machine frigorifique F dont V est l'évaporateur. L'air de ventilation traverse l'appareil E avant d'entrer dans le chantier et y est refroidi et séché. Cet

sont le fréon 11 CCl3F, dans les machines utilisant des compresseurs centrifuges et les fréons 12 et 22, respectivement CCl2F2 et CHClF2, dans celles équipées de compresseurs à piston. Ensuite l'obligation d'introduire la machine dans une salle

souterraine en la transportant par le puits et la galerie, limite forcément l'encombrement et le poids des différents éléments qu'elle comporte. De plus, le condenseur R de la machine doit nécessairement être du type fermé et pouvoir supporter des pressions d'eau importantes. En effet, le condenseur sera relié aux installations de surface par deux tuyauteries, l'une d'amenée d'eau, l'autre destinée au retour, le circuit comprenant encore une pompe de circulation C1 compensant les pertes de charge inhérentes à l'écoulement. Si ces conduites ont une hauteur de 1 000 m, la pression de l'eau dans le condenseur sera de l'ordre de 100 kg/cm². Enfin, les tuyauteries du circuit d'eau du condenseur doivent être aussi étroites que possible, car il faut les disposer dans les puits de diamètre relativement faible et encombrés déjà par les traverses, les guidonnages des cages, les paliers avec les échelles, les tuyauteries d'exhaure et d'air comprimé, les câbles électriques, etc. Elles

doivent, de plus, être équipées d'éléments permettant d'absorber leurs dilatations.

Les résultats obtenus par cette première installation furent encourageants, car les températures à l'entrée de la première taille traitée purent être ramenées de $t_s = 27,8^\circ\text{C}$ et $t_h = 21,1^\circ\text{C}$ en février à $t_s = 19,3^\circ\text{C}$ et $t_h = 17,8^\circ\text{C}$ en juin, alors que pendant la même période la production moyenne journalière passait progressivement de 290 tonnes par poste à 370 tonnes par poste. A la sortie de la taille, les températures t_s , t_h restèrent toutefois inchangées, du fait, d'une part, de l'accroissement de la production et de l'éloignement progressif du chantier de son point de départ et, d'autre part, de l'exaspération du dégagement calorifique des terrains le long de la taille, exaspération due à la différence accrue des températures des parois et de l'air en circulation. Cependant, les méthodes d'abattement des poussières, par l'injection d'eau

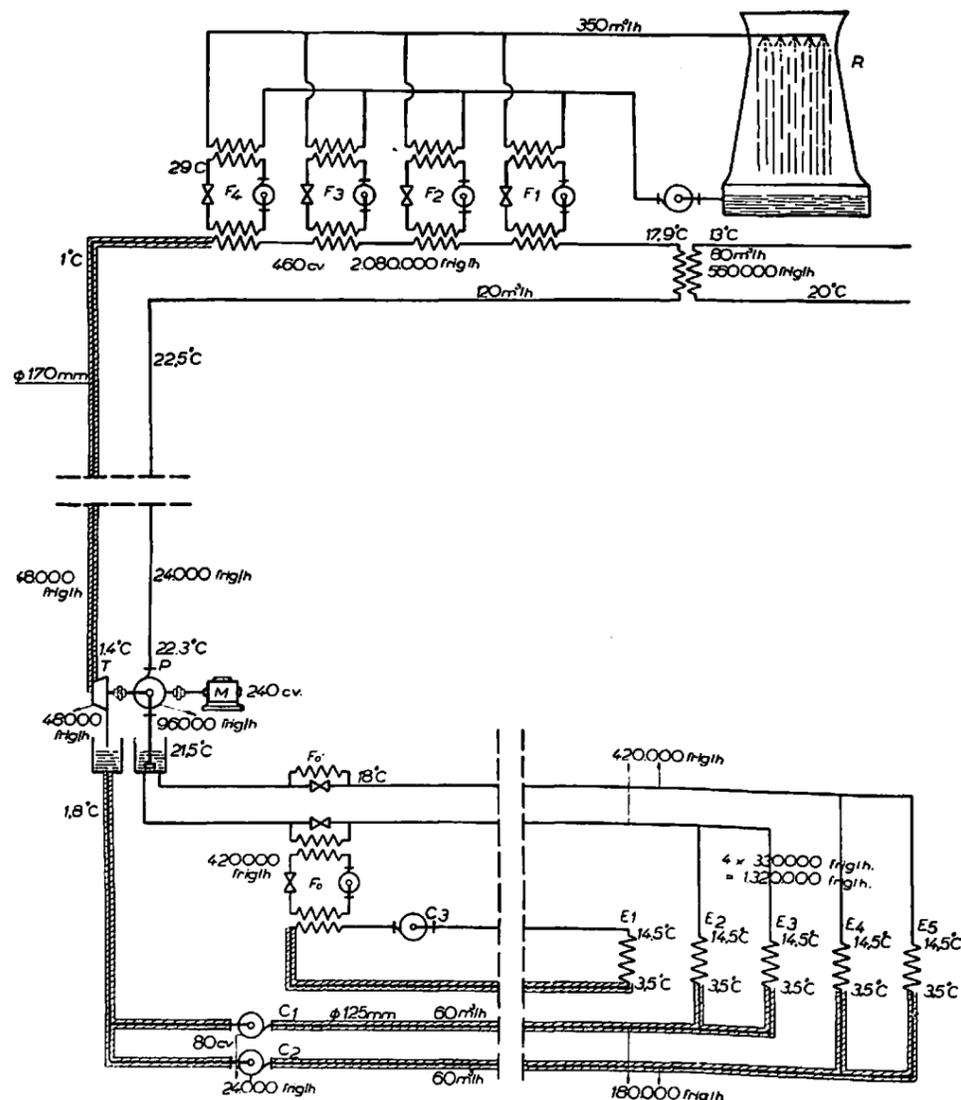


Fig. 2.

dans le massif et par l'emploi de marteaux pneumatiques à pulvérisation d'eau purent se développer dans le chantier, alors qu'avant la mise en service de l'installation frigorifique, ces moyens de protection ne pouvaient être envisagés, à cause de la haute température et du degré hygrométrique élevé.

L'amélioration constatée et la prévision de l'extension de l'exploitation à grande profondeur (au delà de 1 000 m) ont amené dans la suite la direction du Charbonnage de Zwartberg à étendre le principe de la réfrigération artificielle et à décider l'installation de machines capables de réfrigérer quatre tailles supplémentaires.

Les appareils prévus pour cette extension d'une puissance totale de 2 080 000 frig/h sont représentés schématiquement à la figure 2. Ils mettent en œuvre un débit d'eau de 120 m³/h, refroidie à la surface et introduite dans le puits par une conduite calorifugée, sa température de départ étant de l'ordre de 1°C. L'eau jouant le rôle d'agent frigorifère, arrive au pied du puits, profond de 1 000 m à une pression voisine de 100 kg/cm². Afin de ne pas soumettre les conduites et les appareils installés dans les galeries à cette forte pression, et de tirer parti néanmoins de l'énergie hydraulique due à cette importante chute, le liquide est détendu dans une turbine Pelton T. De là, il est envoyé par les pompes de circulation C1 et C2 vers les échangeurs E2, E3, E4 et E5 montés à l'entrée des quatre tailles à refroidir. Compte tenu des pertes frigorifiques en ligne, la température de l'eau arrivant aux échangeurs atteindra environ 3,5°C. Elle se relèvera jusqu'à 14,5°C en refroidissant et en séchant l'air de ventilation entrant dans les chantiers d'abatage. L'eau en circulation revenant au pied du puits par des conduites non calorifugées sera reprise par la pompe P et renvoyée à la surface. Cette pompe sera actionnée par la turbine Pelton T, qui lui communiquera 65 % de la puissance qu'elle absorbe, et par un moteur fournissant la puissance d'appoint (35 %). En revenant à la surface, l'eau en circulation aura une température de 22,5°C. Elle sera alors refroidie de nouveau jusqu'à 1°C et recommencera le parcours.

La réfrigération de ce courant d'eau sera réalisée dans la centrale de production de froid. Celle-ci comportera d'abord un échangeur qui abaisse la température de l'eau du circuit à 17,9°C, grâce à un débit de 80 m³/h d'eau à 13°C, dont on a la bonne fortune de pouvoir disposer. Après ce pré-refroidissement, l'eau sera ramenée à 1°C par son passage sur les évaporateurs disposés en série de quatre étages de machine frigorifique F1, F2, F3 et F4, comportant des compresseurs à piston et fonctionnant à l'ammoniac. L'eau nécessaire à la condensation dans ces machines circule en circuit fermé et est maintenue, par un réfrigérant atmosphérique R, à une température suffisamment basse. Afin de limiter au minimum la puissance mécanique absorbée par les compresseurs, les différences de température d'évaporation et de condensation vont en croissant depuis la machine F1 jusqu'à celle F4. Tandis que, pour les

quatre cycles, la température de condensation de l'ammoniac est uniformément 29°C, les températures d'évaporation dans les machines F1, F2, F3 et F4, ont été fixées respectivement à 6,5°C, 3°C, 0,5°C et -1°C.

Quant à la machine frigorifique déjà existante, elle est représentée au schéma en F₀, et réalise le refroidissement de l'air de ventilation d'une taille par l'échangeur E1 relié à la machine F₀ par un circuit d'eau frigorifère, qui comporte encore la pompe C3. Anciennement, la condensation du fluide frigorigène, qui pour cette machine équipée d'un compresseur centrifuge, est le fréon 11 CFC13, était réalisée, comme on l'a décrit ci-avant, par un circuit indépendant d'eau reliant la machine à la surface. Le regroupement de l'ancienne installation avec la nouvelle permet de supprimer ce circuit en effectuant la condensation dans la machine F₀ par l'eau revenant des échangeurs E2, E3, E4 et E5; c'est ainsi que cette eau se réchauffe de 14,5°C à 19°C par des pertes le long des conduites et de 18°C à 21,5°C dans le condenseur de F₀. Il est à remarquer du reste qu'étant donné l'importance du débit d'eau en circulation (120 m³/h), on pourrait plus tard effectuer de la même façon la condensation d'une machine frigorifique F_{0'} capable de climatiser une sixième taille.

Les pertes frigorifiques de l'installation, inscrites sur le schéma, semblent à première vue très élevées. Il est à remarquer toutefois que ces pertes ont un effet frigorifique sur le courant d'air général de la mine et que, de ce fait, elles ne constituent pas une perte dans le bilan calorifique total du charbonnage. D'autre part, le pré-refroidissement en surface (de 650 000 frig/h) compense en partie ces pertes sans consommation énergétique. Le pré-refroidisseur pourrait au reste être agrandi ultérieurement au cas où l'installation serait complétée par la machine F_{0'} dont question ci-dessus.

L'idée de réfrigérer le courant de ventilation général d'un charbonnage se heurte à première vue à des objections importantes. Si ce refroidissement se fait en surface, il ne peut se justifier que pour des mines n'ayant qu'un seul étage en exploitation, les difficultés climatiques affectant donc la totalité des travaux. Comme l'installation doit être prévue pour traiter, surtout en été, tout le débit d'air de ventilation, sa puissance frigorifique sera élevée. Par ailleurs, si la réfrigération se fait uniquement en surface, les machines resteront inactives pendant une grande partie de l'hiver. Enfin, l'effet frigorifique risque d'être mal utilisé, une fraction importante du froid communiqué au courant d'air étant perdue dans le puits, surtout par l'effet de l'auto-compression et dans les galeries par l'exaspération des dégagements calorifiques des terrains.

Si l'on examine cette méthode de plus près, il semble pourtant que, judicieusement adaptée, elle puisse dans certaines conditions, donner des résultats intéressants. Tel était certainement le cas pour les Charbonnages du Rieu-du-Cœur et de la Boule réunis à Quaregnon. Tous les chantiers de ce charbonnage sont situés au même étage, à une profon-

deur de 1 350 m, et tous sont à refroidir, alors que la mine est relativement sèche. D'autre part, l'expérience a montré que, par temps froid prolongé en hiver, le climat souterrain s'y améliore d'une façon appréciable.

L'installation de climatisation de ce charbonnage d'une puissance de 3 500 000 frig/h comporte dans son stade de réalisation complète quatre compresseurs à pistons C; ils aspirent l'ammoniac des évaporateurs où sa chaleur de vaporisation produit l'effet frigorifique utile et le refoulent vers des condensateurs du type à ruissellement, où l'ammoniac se liquéfie jusqu'à une température un peu supérieure à la température humide de l'air (fig. 3). Des condensateurs, l'ammoniac re-

se remélange à celle sortant de la batterie de surface et est à nouveau refroidie. Dans le fond de la mine, l'eau froide à 2°C obtenue à la sortie de l'échangeur grâce à l'action de la saumure est envoyée vers les chantiers à climatiser, où elle assure le refroidissement et le séchage de l'air à proximité du pied des tailles, dans des refroidisseurs analogues à ceux prévus au Charbonnage de Zwartberg.

Actuellement, le refroidissement de l'air se fait uniquement en surface, la partie souterraine de l'installation étant encore en montage. La totalité de la puissance installée est donc disponible pour ce refroidissement : on dispose pour alimenter la batterie de surface de saumure à environ 0°C et

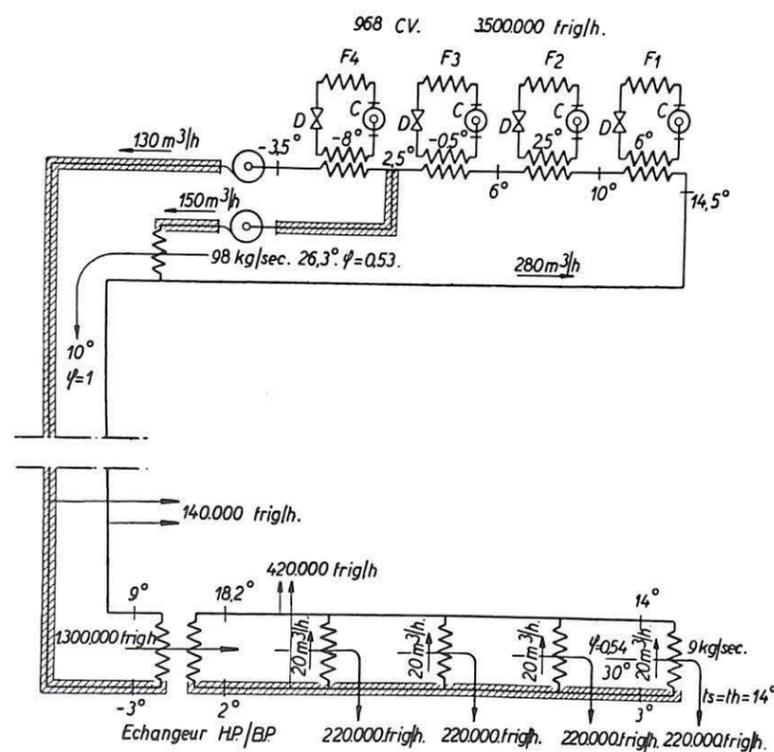


Fig. 5.

vient vers les évaporateurs et est ramenée à la pression correspondante par les vannes de détente D. L'agent de transport des frigories est une saumure qui revient à la centrale de production du froid à une température de l'ordre de 14,5°C après avoir effectué son effet utile. Traversant les corps d'évaporation où l'ammoniac bout à des températures s'abaissant progressivement, cette saumure se refroidit jusqu'à 2,5°C, température à laquelle elle est déjà capable d'assurer le refroidissement de l'air dans la batterie de surface. Une partie du débit de saumure est cependant refroidie jusqu'à -3,5°C, grâce à la quatrième machine et envoyée vers les travaux souterrains à la profondeur de 1 350 m, où elle atteint la pression de 135 atmosphères. La saumure traverse alors un échangeur de chaleur spécialement conçu pour résister à cette pression et revient au jour où elle

l'air pénètre dans le puits à la température de 2 à 3°C, après avoir été fortement asséché.

Plus récemment et en prévision du début de l'exploitation au delà de 1 000 m, les Charbonnages André Dumont ont décidé de réaliser pour la climatisation de la première taille en exploitation du même principe que la première installation de Zwartberg. Toutefois, le refroidissement du condenseur sera assuré par l'eau d'exhaure disponible en quantité suffisante à une température convenable. Cette installation ne comportera donc pas le circuit d'eau du condenseur représenté à la figure 1.

Comme le fonctionnement prolongé de la première machine du Charbonnage de Zwartberg a

démontré la possibilité technique de réaliser le refroidissement des chantiers souterrains, il semble que l'on puisse attendre avec optimisme les résultats des installations ultérieures et espérer la mise en valeur de certains gisements inaccessibles sans refroidissement.

M. le Directeur Houberechts présenta ensuite son collaborateur médecin le Professeur Lavenne chargé d'enseigner à l'Université de Louvain, la médecine du travail.

Les répercussions sur l'homme du travail aux hautes températures

par F. LAVENNE,

Chargé de Cours à l'Université de Louvain,
Médecin à l'Institut d'Hygiène des Mines à Hasselt.

La physiologie et la pathologie du travail aux températures élevées ont comme base notre homéothermie et la nécessité de perdre les calories représentant le métabolisme basal, ainsi que celles produites lors des contractions musculaires.

Physiologie du travail aux hautes températures.

L'étude de nos moyens naturels de défense contre l'hyperthermie permet de préciser l'importance relative des divers facteurs caractérisant le climat des atmosphères surchauffées. On a pu de même établir les limites de températures supportables au repos et à l'effort.

1. Moyens naturels de défense contre l'hyperthermie.

La vie humaine n'est possible que dans des limites étroites de température interne. L'homme n'a une impression de confort que lorsque sa température est comprise entre 36,5 et 37,5°C, la température de la peau étant alors d'environ 33°C. Or, même au repos complet, nous produisons continuellement environ 70 kcal/h, qui constituent le métabolisme de base. Les efforts physiques accroissent considérablement ces productions calorifiques. Ainsi un sujet assis, au repos, produit 100 kcal/h, une promenade à 5 km/h correspond à la production de 265 kcal/h, une course à 8,5 km/h à 572 kcal/h et une montée d'escaliers à 1 000 kcal/h. Un des travaux continus les plus durs, le sciage du bois, amène le dégagement de 450 kcal/h.

Ces calories sont favorables à la thermorégulation dans les atmosphères froides, où nous perdons constamment de la chaleur par radiation, par conduction, par convection, ainsi que par évaporation d'eau au niveau des alvéoles pulmonaires. Mais le travail dans les milieux dont la température est voisine de la nôtre pose un problème d'évacuation des calories produites, qui sinon feraient dangereusement monter notre température interne.

Tant que la température ambiante est inférieure à celle de la peau (33°C), nous pouvons perdre des

calories par radiation, conduction et convection. D'autre part, une dilatation des vaisseaux cutanés et une augmentation du débit cardiaque accélèrent encore les échanges entre le milieu intérieur et l'air ambiant. Il s'ensuit une augmentation de fréquence du cœur, ainsi que des remaniements dans le tonus des artéριοles, destinés à maintenir la tension sanguine à un niveau normal. La défense contre l'hyperthermie entraîne donc une surcharge certaine du système circulatoire.

Dès que la température ambiante dépasse 33°C, loin de céder des calories au milieu ambiant, le corps humain en reçoit de supplémentaires par radiation, convection et conduction. L'évaporation d'eau constitue dès lors le seul moyen de lutte contre l'hyperthermie. Les 2 500 000 glandes sudoripares, qui sont situées immédiatement sous l'épiderme, sécrètent une solution aqueuse très diluée, contenant nombre de constituants du plasma sanguin et notamment du chlorure de sodium à une concentration de 0,1 à 0,2 %. L'évaporation d'un litre de sueur soustrait à l'organisme environ 580 kcal. Les travaux de Adolph sur la physiologie de l'homme dans le désert ont montré qu'une marche d'une heure à 5 km/h, à une température de 38°C, amène la sécrétion et l'évaporation d'un litre de sueur. La même marche à une température de 43°C s'accompagne d'une perte d'eau égale à 1,5 litre.

La perte de chaleur par évaporation n'est évidemment possible que dans une atmosphère non saturée en humidité, c'est-à-dire où l'humidité relative est inférieure à 100 %.

2. Importance au point de vue physiologique des diverses caractéristiques du climat.

Ce court rappel physiologique permet de comprendre pourquoi la température sèche (t_s) cesse d'être le facteur le plus important dès que la température ambiante approche celle du corps humain. C'est, dès lors, l'humidité de l'air qui joue le rôle prépondérant, parce que c'est d'elle uniquement que dépend la possibilité d'évacuer les calories produites. L'augmentation de la température sèche au delà de 33°C n'intervient plus qu'en

accroissant le nombre de calories reçues du milieu ambiant par conduction ou convection. La vitesse du courant d'air constitue un troisième facteur intervenant dans les échanges thermiques entre l'individu et le milieu. Lorsque la température est supérieure à 33°C, l'augmentation de la vitesse de l'air cesse pourtant d'avoir une action exclusivement favorable. En effet, à partir de cette limite, si les déplacements d'air continuent à favoriser les pertes de chaleur par évaporation, ils apportent par contre un supplément de calories par conduction. Enfin, la température des parois de l'endroit où se trouve le sujet n'est pas non plus négligeable puisqu'elle influence les gains de chaleur par radiation, et la pression barométrique intervient également, quoique à un degré moindre, dans les échanges calorifiques. Mais dans un but de simplification, on réduit généralement les variables à trois : température sèche, degré hygrométrique et vitesse du courant d'air (V).

Le degré hygrométrique se mesure le mieux au moyen du psychromètre d'August qui, en fonction de la différence de température entre le thermomètre sec (t_s) et le thermomètre humide (t_h), permet de trouver l'humidité relative en se reportant à une table. En pratique, il sera même inutile de se reporter à cette table, les mesures expérimentales sur les limites de températures supportables étant exprimées directement en fonction des lectures t_s et t_h du psychromètre.

3. Limites des températures supportables.

Celles-ci ont d'abord été recherchées chez des sujets au repos, dans une série de travaux de l'American Society of Heating and Ventilating Engineers. En même temps, on a voulu établir comment les trois variables qui régissent en ordre principal les réactions physiologiques de l'homme aux hautes températures se combinent pour constituer des atmosphères équivalentes au point de vue des échanges thermiques. La méthode employée est la suivante : on fait passer un sujet d'une ambiance ayant les caractéristiques t_{s1} , t_{h1} et V_1 à une autre dont les caractéristiques sont t_{s2} , t_{h2} et V_2 et on lui demande laquelle lui paraît la plus chaude. Il s'agit évidemment d'une sensation subjective mais, comme notre impression de chaud ou de froid dépend de l'importance de nos gains et pertes de chaleur, elle résout le problème posé.

Ce travail de comparaison a permis d'introduire la notion de température effective, seule variable se substituant au groupement de trois considéré à l'origine. Pour obtenir la température effective d'une ambiance, on recherche la température (t_e) du milieu équivalent au point de vue des échanges thermiques, mais où l'humidité relative est de 100 % ($t_s = t_h$) et la vitesse du courant d'air égale à 0. La température effective d'un milieu est donc la température d'une atmosphère calme, entièrement saturée d'humidité, qui donne à la majorité des individus une même sensation de chaleur (ou de froid) que le milieu envisagé.

Les résultats de ces recherches de l'American Society of Heating and Ventilating Engineers ont

été synthétisés dans des abaques montrant les atmosphères thermiquement équivalentes ainsi que les limites de températures supportables au repos pour des sujets nus et habillés. Ces abaques expérimentalement déterminés (fig. 4) confirment l'aspect théorique du problème : au fur et à mesure que la température sèche augmente, la vitesse du courant d'air intervient de moins en moins et le diagramme se rapproche de plus en plus de l'axe des températures humides, ce qui signifie que l'humidité de l'air a une importance relative de plus en plus grande. La température effective limite supportable est d'environ 36°C. A ce moment, la vitesse du courant d'air n'a pratiquement plus d'importance et les températures sèche et humide constituent les seules variables intervenant dans le calcul de la température effective. L'abaque indique nettement qu'à ce niveau, t_h intervient pour les 8/10 dans le calcul de la température effective. C'est à partir de ces considérations qu'on a fixé la température effective limite supportée par des sujets au repos, dans la formule suivante :

$$\text{température effective limite} \\ = 0,8 t_h + 0,2 t_s = 36^\circ\text{C.}$$

Au cours de la dernière guerre, l'Etat Major de l'Armée Américaine a repris des expériences similaires sur des sujets au travail. Treize sujets de

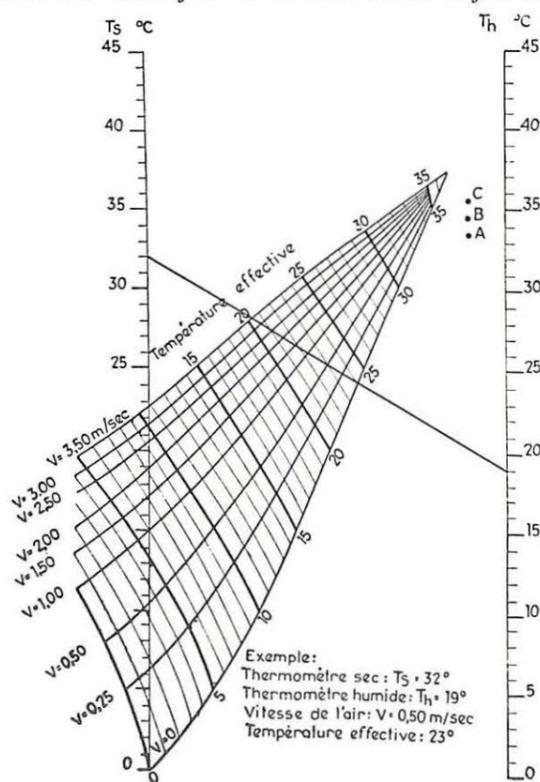


Fig. 4. (1)

(1) Cliché de la « Revue Universelle des Mines et de la Métallurgie » décembre 1952 — C Hanot.

Abaque de base de l'ASHVE, reprise de la communication n° 28 de l'Institut d'Hygiène des Mines — 1947, P. Ledent.

18 à 30 ans, préalablement entraînés à la marche et soumis à une acclimatation progressive à la chaleur, avaient à effectuer, dans une chambre expérimentale, une marche de 4 heures, à la vitesse de 4,8 km/h avec 9 kg de bagages au dos. L'essai était interrompu d'heure en heure pour une halte de 2 à 3 minutes. Au cours de toutes les expériences, le seul mouvement de l'air était celui résultant du déplacement des sujets. Ces expériences furent répétées à différents niveaux de températures sèches et humides.

On put préciser les ambiances où le travail était facile, difficile ou impossible. Le calcul des températures effectives de ces différentes atmosphères par la formule $0,8 t_h + 0,2 t_s$ montra que cette formule s'appliquait mal aux températures limites supportables à l'effort. En effet, une atmosphère où l'on avait $t_s = 49,2^\circ\text{C}$ et $t_h = 32,1^\circ\text{C}$ permettait plus facilement l'effort qu'une atmosphère où t_s et t_h étaient toutes deux de $34,4^\circ\text{C}$, alors que selon la formule susmentionnée la température effective serait dans le premier cas $35,5^\circ\text{C}$ et dans le second cas $34,4^\circ\text{C}$.

Ceci prouve que, pour des hommes au travail, la température effective limite est encore moins influencée par la température sèche que ce n'était le cas pour des sujets au repos. L'explication de ce fait est simple : notre métabolisme interne augmentant considérablement à l'effort, les calories que nous recevons du milieu extérieur, et qui dépendent de la température sèche, représentent alors un moindre pourcentage de la quantité totale de chaleur à évacuer. Pour des sujets au travail, la partie terminale de l'abaque doit donc être reportée vers la droite. Aussi, la température effective limite pour des sujets au travail est-elle définie par la formule suivante :

$$\text{température effective limite pour des sujets au travail} \\ = 0,9 t_h + 0,1 t_s = 34^\circ\text{C.}$$

Un travail continu reste possible tant que la valeur de la somme $0,9 t_h + 0,1 t_s$ ne dépasse pas 33 à 34°C , il devient très difficile lorsque cette valeur est comprise entre 34 et 35°C , il est impossible au delà de 35°C .

Ces chiffres concordent avec ce qui a été constaté dans le champ aurifère de Kolar où, à partir d'une température effective de 34°C (calculée d'après la formule $0,9 t_h + 0,1 t_s$), les coups de chaleur deviennent fréquents, tandis que le rendement tombe dans des proportions très importantes.

Compte tenu de ces considérations, on a pris en Belgique une marge de sécurité supplémentaire de 3°C et admis que la durée de travail ne peut rester normale que lorsque la somme de $0,9 t_h + 0,1 t_s$ est égale ou inférieure à 31°C .

En Allemagne, F. Hollmann a souligné également l'importance très prépondérante de la température humide chez les sujets au travail, en ne tenant compte que de t_h dans les conseils adressés aux sauveteurs :

- t_h inférieure à 29°C : pas de danger;
- t_h de 29°C à 31°C : prudence;

- t_h de 31°C à 33°C : n'avancer que s'il y a des vies humaines à sauver;
- t_h supérieure à 33°C : se retirer lentement.

Pathologie du travail aux hautes températures.

L'aspect physiologique du problème permet de comprendre les manifestations pathologiques à craindre chez des sujets travaillant dans des températures élevées.

1. Le coup de chaleur.

Ce symptôme n'apparaît que chez des ouvriers peu entraînés. Il est dû à l'absence de mise en branle des mécanismes de thermo-régulation. Le sujet ne transpire pas et la température du corps s'élève progressivement, amenant des manifestations nerveuses d'irritabilité, puis de prostration avec délire. Les patients atteints de coup de chaleur doivent être retirés aussi vite que possible de l'atmosphère chaude et refroidis par tous les moyens.

2. L'épuisement dû à la chaleur (« Heat exhaustion »).

Celui-ci n'apparaît également que chez des sujets peu entraînés. Il se manifeste par des tendances syncopales, avec accélération du pouls, et est dû à un manque d'adaptation du système circulatoire à la surcharge imposée par la chaleur. La position horizontale suffit généralement à faire disparaître les symptômes. Le plus souvent, l'acclimatation prévient les troubles.

3. L'épuisement dû à la déshydratation (« Dehydration exhaustion »).

Cette forme d'épuisement ne survient qu'à la suite de sudations abondantes. L'organisme humain n'est toutefois pas économe de son eau. La lutte contre l'hyperthermie se poursuit en effet, presque jusqu'au bout, sans égards pour la déshydratation. Or, la perte d'eau entraîne une diminution de la masse sanguine avec augmentation de la viscosité du sang, ce qui accroît encore le travail cardiaque. Une perte de liquide correspondant à 4 ou 5 % du poids du corps, soit 3 litres à 3,5 litres pour un homme de 70 kg, cause déjà des phénomènes désagréables, céphalées, vertiges et difficulté de la marche, puis tendances syncopales avec accélération cardiaque. Ici, le repos ne suffit pas à faire disparaître les symptômes, qui ne cèdent qu'à l'ingestion de boissons. Si aucune boisson n'est donnée, la déshydratation progresse et lorsque la perte d'eau atteint 10 à 14 % du poids corporel, les mécanismes de thermo-régulation fléchissent brusquement et la température s'élève immédiatement entraînant une mort rapide.

Les expériences de Adolph ont montré qu'il n'y avait pas ici d'accoutumance possible, l'organisme ne s'adaptant pas au manque d'eau. Une marche pendant 8 heures à une température de 43°C nécessitera toujours une consommation d'eau d'environ 12 litres.

Les auteurs américains ont montré en même temps que les sujets qui avaient ingéré des boissons avant le départ étaient moins éprouvés à l'arrivée que leurs compagnons qui avaient dû transporter en eau un plus lourd fardeau. Enfin, il n'y a pas à craindre que le sujet boive trop, c'est toujours l'inverse qui se produit, la perte d'eau n'étant parfois complètement compensée qu'après un délai de 24 heures.

4. Les crampes de chaleur.

Il s'agit de douleurs et de spasmes musculaires, parfois accompagnés de constriction pupillaire spasmodique. Elles ne surviennent que chez des ouvriers longtemps exposés à de hautes températures, qui ont perdu par la sueur des quantités importantes de chlorure de sodium. L'administration de ce sel suffit à les faire disparaître.

*
* *

La profondeur croissante de nos mines de charbon expose de plus en plus les ouvriers aux hautes températures. Grâce à la règle admise relative à la limitation de la température, les coups de chaleur et les épuisements dus à la chaleur ont été rares jusqu'ici. Nous ne les avons vu survenir que chez des ouvriers nouvellement arrivés dans un chantier ou en ayant été longtemps absents. L'épuisement dû à la déshydratation constitue surtout un accident des marches dans le désert et est pratiquement inconnu dans nos mines, où les ouvriers ont suffisamment de boissons à leur disposition. Quant aux crampes de chaleur, elles sont facilement prévenues par l'usage de chlorure de sodium ou de boissons salées.

Vu la surcharge que la défense contre l'hyperthermie entraîne pour le système circulatoire, nous avons voulu nous rendre compte des modifications cardiaques éventuelles que peuvent entraîner les travaux prolongés aux hautes températures. Dans ce but, nous avons examiné 205 ouvriers travaillant depuis au moins 5 ans à l'étage de 1 350 m d'un charbonnage du Sud du pays, où se trouve l'exploitation de charbon la plus profonde d'Europe. Ces examens, qui ont comporté un enregistrement électrocardiographique et dont les résultats seront publiés de façon détaillée dans une communication de l'Institut d'Hygiène des Mines, n'ont pas révélé une incidence anormale des troubles cardiaques. Ceci ne signifie pas nécessairement que le travail aux hautes températures n'est pas à la longue nuisible pour le cœur. Il se peut, en effet, que les sujets moins résistants aient rapidement quitté le chantier. D'autre part, il faut tenir compte du fait que dans cette exploitation, à cause de la température élevée, le rendement par ouvrier s'abaissait considérablement durant les mois d'été.

La mise au point par l'Institut d'Hygiène des Mines d'installations de réfrigération souterraine, qui a fait l'objet de l'exposé de M. le Professeur A. Houberechts, a d'ailleurs apporté une solution

physiologiquement satisfaisante au problème du travail à grande profondeur.

Le danger d'accidents dus à la chaleur persistera pourtant toujours pour les sauveteurs appelés à intervenir au cours de catastrophes dans des mines profondes, à un moment où la ventilation et a fortiori la réfrigération sont interrompues, la température s'élevant graduellement vers le niveau de température des roches. Les incendies éventuels sont une source supplémentaire de chaleur. De plus, les sauveteurs portent sur le dos un inhalateur d'oxygène en circuit fermé, type Draeger, qui s'échauffe fortement par suite de la réaction d'absorption du CO₂.

Les chefs des centrales de sauvetage et les sauveteurs devront donc être au courant des limites de températures supportables et avoir à leur disposition un psychromètre permettant d'évaluer le danger du milieu où ils se trouvent. Ils seront instruits du danger de déshydratation, mais ils doivent avant tout subir une acclimatation aux hautes températures, qui préviendra deux des accidents : le coup de chaleur et l'épuisement dû à la chaleur (« heat exhaustion »).

C'est dans ce but que la Centrale de Sauvetage du Grand-Trait à Frameries a équipé une salle où les sauveteurs effectuent des exercices à une température sèche de 43°C et une température humide de 27 à 28°C. L'effort est analogue à celui qui devrait éventuellement être fourni au cours d'un accident minier : 44 m d'échelles à monter et descendre, marche « aller » de 2,5 km, 250 m de taille avec une pente de 23° à monter et descendre, et marche « retour » de 2,5 km. Cet entraînement est surveillé sous la direction du Service Médical de l'Institut d'Hygiène des Mines. La fréquence cardiaque et la température buccale sont mesurées au cours de l'effort ainsi que dans la demi-heure qui suit le travail. La perte d'eau est déterminée par pesée de l'ouvrier avant et après l'entrée dans la chambre d'expérience. De plus, des électrocardiogrammes ont été enregistrés avant et après l'exposition aux hautes températures.

Ces expériences sont encore en cours et feront l'objet d'une Communication de l'Institut d'Hygiène des Mines. On peut pourtant déjà affirmer que cette méthode d'entraînement est féconde et mérite d'être généralisée à l'ensemble des sauveteurs qui peuvent être exposés aux ambiances surchauffées. Elle a permis de sélectionner les individus les plus résistants aux hautes températures et a donné à tous les sauveteurs conscience de leurs possibilités et de leurs limites dans ces ambiances dangereuses. A condition d'être bien surveillées et de rester dans les limites de températures que nous avons indiquées, ces séances d'entraînement se sont, d'autre part, montrées dépourvues de danger.

*
* *

Le Docteur Stassen, Médecin-Directeur de la Centrale de Sauvetage des Charbonnages du Bassin de Liège, après avoir remercié les deux éminents conférenciers, brossa, en larges traits, le programme des études et travaux qui s'imposaient

Programme des études et travaux pour la formation des équipes de sauveteurs appelés à intervenir en milieux chauds

par M. STASSEN,

Médecin-Directeur de la Centrale de Sauvetage
des Charbonnages du Bassin de Liège.

Assimilation de la situation des sauveteurs appelés à fonctionner en milieux chauds à celle des champions sportifs.

Comme pour ceux-ci il y a lieu de distinguer :

- 1) La sélection des candidats sauveteurs.
- 2) L'entraînement des sauveteurs et des équipes de sauvetage.
- 3) Le comportement des sauveteurs en action au moment d'un sinistre.
- 4) Le « soignage » des sauveteurs par des secouristes soigneurs.
- 5) Les premiers secours à porter aux sauveteurs en cas d'incidents ou accidents provoqués par le sauvetage en milieux chauds.

I. — Sélection des candidats sauveteurs.

a) Où faut-il les recruter ? Choisir de préférence des sujets entraînés professionnellement en milieux chauds, sujets jeunes, courageux, solides, de sang-froid.

b) Elargir le recrutement en vue d'intervention lors de feux ou d'incendies du fond.

c) Voir si des sujets supportent mieux le travail en milieux chauds que d'autres ? Si oui, quels sont les types humains qui possèdent ces qualités ?

d) Déterminer, pour parler psychotechnique, les tests psycho-physiques caractéristiques des sujets aptes au travail en milieux chauds.

II. — Entraînement des sauveteurs et des équipes de sauvetage.

a) Existe-t-il actuellement des appareils permettant le sauvetage en milieux chauds ? Essais faits à l'étranger (170 A).

b) Faut-il que les équipes de sauvetage pour milieux chauds soient des équipes permanentes composées de sauveteurs ne se rendant que d'une façon intermittente dans les chantiers chauds ou bien faut-il faire appel à des ouvriers occupés journallement dans des chantiers chauds mais venant s'entraîner à la Centrale ?

c) L'entraînement des équipes doit-il se faire dans des galeries d'entraînement uniformément chaudes ou dans des galeries avec secteurs dans lesquels le chef de centrale pourra, au moyen de radiateurs électriques, provoquer à son gré et à l'insu

désormais aux techniciens du sauvetage pour la formation des équipes de sauveteurs destinés à intervenir, en cas de sinistre, dans les chantiers surchauffés.

des sauveteurs des températures élevées ?

d) Quelle sera la cadence des séances d'entraînement ? Toutes les semaines, tous les mois ?

e) Combien de séances d'entraînement la formation d'une équipe exigera-t-elle ?

III. — Le comportement des sauveteurs engagés dans un sinistre.

a) Recommandations préalables à l'endossement de l'appareil :

1) avoir le corps libre (intestin libre - pas d'estomac surchargé par repas copieux) ;

2) vêtements deux pièces (short, chemise courte flottante) sans entrave aucune, pas de ceinture ;

3) boisson à prendre pour prévenir l'hyperthermie et la sensation de soif (solutions sucrées - solutions salées, chlorure de sodium, sulfate de soude).

Manière de prendre les boissons par lampées ou par petites gorgées ?

Ces boissons doivent-elles être chaudes ou froides ?

4) Existe-t-il dans l'arsenal thérapeutique des médicaments bénins faciles à prendre (comprimés) capables de retarder l'hyperthermie (comprimés de pyramidon) et la sensation de soif (pastilles de sulfate de soude). L'ion sulfate a la propriété de retarder l'élimination des chlorures, il rend la sueur moins salée.

b) Consignes pour se rendre sur poste.

1^{er} principe : festina lente, qui va piano va sano. Hâte-toi lentement ; tu n'as pas de temps à perdre.

2^o principe : dans la marche en galeries à large ouverture, marcher debout, l'un derrière l'autre, en balançant les bras.

3^o principe : tous les 50 mètres, se coucher à plat pendant une demi-minute, une minute - la température au sol est moindre qu'au toit. C'est au sol qu'on trouve une fraîcheur relative.

4^o principe : à pied d'œuvre, durée du travail à fixer.

c) Consignes pour le chef d'équipes.

1^{er} principe : surveiller ses coéquipiers de près.

- 2^e principe : surveiller la durée du travail à pied d'œuvre.
- 3^e principe : être averti des signes d'alarme, de défaillance de l'organisme. En cas de signes d'alarme, évacuer le sujet défaillant. Chaque fois que faire se peut, le coucher pour le ramener à l'air libre (le traîner sur une planche, dans une berline, etc.)

d) *Consignes pour l'Ingénieur-Chef du sauvetage.*

1^{er} principe : outre les détecteurs de CO et de grisou, le chef de sauvetage devra avoir à sa disposition un psychromètre pour se rendre compte immédiatement des conditions de température et d'humidité dans lesquelles les sauveteurs travaillent. Un téléphone de campagne lui permettra de communiquer à tout moment avec le chef de l'équipe de tête.

2^e principe : s'efforcer par tous les moyens de faciliter la tâche et la sécurité des sauveteurs engagés à l'avant.

Pour cela :

- 1) Envoyer à la suite de l'équipe de tête une équipe de sauveteurs qui placera, suivant le cas, des ventubes ou rétablira les conduites d'air comprimé. Cette équipe aura pour mission de porter éventuellement secours aux sauveteurs engagés en tête.
- 2) Dès qu'une galerie est suffisamment assainie, assurer par des manœuvres travaillant à visage découvert, toutes les corvées de transport, de façon à libérer les sauveteurs porteurs d'appareils de tout travail supplémentaire.
- 3) Pour l'exécution de travaux sédentaires, remplacer aussitôt que possible les appareils à circuit fermé par des appareils à vent soufflé.
- 4) N'utiliser un sauveteur que durant deux postes maximum en une journée.
- 5) S'assurer que le poste de soignage des sauveteurs revenant du front soit installé aussi près que possible des chantiers sinistrés.

IV. — *Poste de « soignage ».*

- a) Installation à confier à une équipe de secouristes-soigneurs et aménagée comme dit plus haut sur le bon air, mais le plus près possible du chantier sinistré.
- b) Avoir en réserve dans ce poste, des couvertures, des essuie-mains et peignoirs en tissu éponge, gants de crins, alcool camphré, boissons chaudes ou froides (à discuter).
- c) Dès qu'un sauveteur revient de l'avant sa tâche accomplie, il se confiera aux secouristes soigneurs (en position couchée, frictions d'alcool camphré au gant de crin - sujet nu). Après quoi, enveloppement dans le peignoir en tissu éponge.
- d) Boissons adéquates à petites gorgées.
- e) Placer la tête et le buste sous une tente dans laquelle arrivera d'une façon continue, mais à travers un filtre, de l'air comprimé détendu mais qui sera frais, ce qui revigorera les poumons surchauffés du sauveteur.

f) Médicaments (pyramidon, solution sulfatée) destinés à rétablir le plus tôt possible l'équilibre physiologique du sauveteur. Comprimés de 20 ctgr de sulfate de quinine pour combattre les crampes (à discuter).

g) Si les lieux s'y prêtent, on pourrait installer une tente en toile fermée, véritable caisson d'air frais provenant de l'air comprimé détendu, caisson qui servirait de chambre de repos aux sauveteurs fatigués de l'effort fourni.

h) Le relais de repos des sauveteurs sera installé dans un autre endroit que le relais de ravitaillement en matériel de sauvetage.

V. — *Premiers secours en cas d'incident ou d'accident.*

- a) Quand c'est possible, il faut toujours évacuer le sujet en position couchée.
- b) Au poste de soignage, il faut donner les mêmes soins qu'à un sauveteur revenant de l'avant.
- c) Il est bon de disposer de médicaments d'urgence (boîte de secours à étudier pour traiter le coup de chaleur) de médicaments héroïques pour lutter contre l'hyperthermie, la perte des liquides et des électrolytes (chlorure de sodium notamment), de médicaments destinés à rétablir l'équilibre des humeurs « peccantes » qui se sont accumulées dans l'organisme.

d) Comment l'administration de ces médicaments pourra-t-elle être confiée à des secouristes soigneurs ?

e) Dans la négative, où pourra-t-elle être assurée le plus rapidement possible et dans les meilleures conditions par des infirmiers et des médecins.

- f) Voir ce qui a été fait à la marine, aux armées opérant dans le désert. Adaptation de ces mesures aux conditions particulières du sauvetage minier.
- g) Etude des moyens d'évacuation du malade vers la surface.

VI. — *Corollairement : Premiers soins médicaux avant et durant le transport à l'hôpital.*

Mise au point d'une boîte de secours à l'usage des médecins appelés à soigner des victimes d'accidents, soit au fond, soit sur le carreau de la mine, soit à l'infirmerie du charbonnage, soit en ambulance durant le transport à l'hôpital.

Les différents points de ce programme suscitérent dans l'assemblée des discussions très animées. On entendit notamment des observations très pertinentes de M. Dupont, Ingénieur en chef des Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes, Président du Comité de Surveillance de la Centrale du Grand Trait à Frameries, de M. le Docteur G. Derouaux de Liège, de M. Dossin, membre du Comité de Surveillance de la Centrale de Liège, etc.

Au déjeuner qui suivit la séance scientifique, le Président du Conseil d'Administration de la Centrale des Charbonnages du Bassin de Liège, M. Ri-

go, rappela que, de tout temps, les maîtres de fosses à charbon et leurs successeurs, les exploitants des charbonnages modernes, se sont fait un devoir d'apporter aide et assistance à leurs ouvriers en péril. En cas de sinistre où l'un ou l'autre collaborateur du fond est en danger, la tradition veut que tout soit mis en œuvre pour le secourir et le délivrer. En de telles circonstances, tous les travailleurs de la mine n'ont plus qu'une pensée, qu'une seule âme « l'âme de la mine », et il faut avoir vécu de pareils moments pour apprécier à sa juste valeur l'estime mutuelle qui, dans le fond de la mine, soude les unes aux autres toutes les énergies.

A tous les échelons de la hiérarchie depuis le plus humble manœuvre jusqu'au grade le plus élevé des cadres, on perçoit alors un véritable souffle de dévouement, de sacrifice et c'est pour concrétiser cette noble tradition que sont nées à la fin du XIX^e siècle les Centrales de Sauvetage.

Le premier appareil de sauvetage pour pénétrer en atmosphère irrespirable a été conçu et construit à Liège en 1877. Son inventeur fut le Professeur Schwann de l'Institut de physiologie de notre Alma Mater.

M. Rigo souligne aussi, que l'approfondissement des puits élevant la température du milieu dans lequel les houilleurs doivent travailler, a créé des conditions nouvelles de travail qui imposent aux exploitants des charbonnages des devoirs nouveaux.

Il remercia de tout cœur tous ceux qui le matin avaient mis leur expérience en commun et exprima sa satisfaction de constater que, des discussions si animées et si pleines du désir de réussir, on pouvait déjà poser des principes qui amélioreront le comportement physiologique des sauveteurs en cas de sinistre. Il porta, en terminant, un toast très cordial à tous les sauveteurs des charbonnages belges et à toutes les personnes s'intéressant aux questions de sauvetage dans les charbonnages.

M. le Directeur Général Meyers, dans une allocution profondément sentie, apprécia à sa juste valeur l'initiative de la Centrale de Sauvetage des Charbonnages du Bassin de Liège en disant combien l'étude et la mise au point du Sauvetage en milieux surchauffés étaient d'actualité et méritaient de retenir toute l'attention des autorités compétentes de l'industrie charbonnière en Belgique.

A la séance administrative, M. l'Ingénieur Bochkoltz, Secrétaire de la Commission Administrative de la Centrale de Sauvetage des Charbonnages du Bassin de Charleroi et de la Basse Sambre, dans un travail parfaitement documenté, exposa son point de vue qui est d'établir, par un organisme approprié, une liaison entre les différentes Centrales de Belgique, de manière à mettre en valeur les fruits de l'expérience de chacun et de centra-

liser les études de toutes les questions se rapportant au sauvetage.

* * *

En annexe à la journée d'études des Centrales de Sauvetage de Belgique, avait été aménagé dans le Palais n° 1 un stand donnant aux visiteurs un aperçu général de tout ce que les charbonnages belges ont réalisé dans le domaine du sauvetage, des premiers secours et premiers soins aux ouvriers blessés, de l'hygiène et la sécurité dans les charbonnages.

Pour l'organisation de ce stand, la Centrale de Sauvetage de Liège en accord avec l'Institut de Physiologie de l'Université de Liège avait mis sur pied une rétrospective des appareils de sauvetage et avait exposé notamment les prototypes d'appareils de sauvetage conçus et réalisés en 1877 par le Professeur Schwann.

Les firmes Analis de Namur, Ballings de Bruxelles, Protection Intégrale de Liège, avaient rassemblé avec goût tous les types d'appareils modernes de sauvetage.

Dans le domaine des premiers soins à donner aux ouvriers blessés, le service de transfusion sanguine de l'Université de Liège, par des images suggestives, montrait le fonctionnement de l'Œuvre et tous les services qu'elle peut rendre en cas d'accidents graves.

La maison Christiaens de Bruxelles avait réalisé une boîte de secours d'urgence pour grands brûlés, les blessés shokés, les blessés écrasés, boîte de secours déjà en usage dans de nombreux charbonnages belges.

La Manufacture belge de Gembloux avait installé un dispensaire de charbonnage très complet, bien outillé pour les premiers soins en cas d'accidents. Ce dispensaire est heureusement complété par une petite installation radiographique des Usines Balteau. Cette installation est appelée à rendre les plus grands services dans les charbonnages pour le diagnostic précoce et exact des blessures des mains et des pieds, si fréquentes dans les chantiers souterrains.

Dans le domaine de la tutelle sanitaire des ouvriers au travail, les Usines Balteau exposaient leurs appareils radiologiques pour le diagnostic des maladies des organes cardio-pulmonaires chez les ouvriers houilleurs.

L'Institut d'Hygiène des Mines de Hasselt et l'Institut National des Mines de Pâturages, dans des stands parfaitement aménagés, firent une synthèse des plus démonstratives de tout ce qui a été réalisé par les charbonnages belges dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité des ouvriers houilleurs.

Le travail des équipes de sauvetage dans les milieux à température excessive (1)

Dr. Ing. F. HOLLMANN

(Bulletin Dräger — Juin 1952)

Traduit par L. DENOEL, Professeur émérite de l'Université, à Liège.

SAMENVATTING

Van een thermodynamisch standpunt uit bestudeert de schrijver de warmteontwikkeling in het menselijk lichaam, rekening houdend met de uitgevoerde arbeid en het energetisch rendement ervan. Vervolgens worden de afkoelingsmogelijkheden beschouwd, voornamelijk door de verdamping van het zweet. Uit het onevenwicht tussen deze twee processen ontstaat de hittesteek.

Onder de verschillende factoren waarvan de afkoeling afhangt is de « natte temperatuur » doorslaggevend. Bij wijze van vereenvoudiging wordt alleen deze factor beschouwd bij het geven van richtlijnen aan de reddingsploegen. Onder 30° C bestaat er geen gevaar. Boven 34° C wordt het dringend zich terug te trekken. De « physiologische voorraden » van het lichaam maken het echter mogelijk deze grens gedurende enige tijd te overschrijden.

Het dragen van een zuurstofmasker vermindert het weerstandsvermogen van de gebruiker ten opzichte van de hoge temperaturen niet, doch vermeerdert het zelfs, op voorwaarde dat het toestel uitsluitend gebruikt wordt gedurende de eerste werkingsphase, t.i.z. vooraleer het alkali-patroon begint warm te worden.

AVANT-PROPOS

Cette étude a été présentée au Congrès de Leoben en juin 1952. Un médecin auquel l'auteur avait communiqué le manuscrit lui a fait observer qu'il avait traité l'organisme humain trop exclusivement comme un « corps physique », ce qui est pardonnable puisque l'auteur n'est pas médecin mais ingénieur. Depuis lors, divers essais en galerie dans des conditions climatiques dures ont prouvé le bien fondé de l'observation suivante : Les différences entre individus, et surtout les dispositions variables d'un même individu, ont conduit à étendre considérablement les marges de tolérance, parfois même dans un sens défavorable. Cependant, nous devons essayer de nous appuyer sur un certain schéma pour arriver tout au moins à des règles provisoires. Il est bien entendu que, en tout cas, l'impression subjective des équipiers doit être prise en considération pour juger d'une situation éventuelle et de la limite d'endurance.

Dans la pratique, on n'a pas toujours à disposition les hommes les plus aptes aux travaux dans des températures excessives. Alors, il faut réduire la durée du travail.

Il est essentiel de connaître les dangers des climats excessifs et de savoir comment se sont produits les accidents dus aux coups de chaleur. Le présent mémoire est une contribution à cette étude.

* * *

A maintes reprises, ces dernières années, lors du travail des sauveteurs dans des mines chaudes, des

coups de chaleur ont fait des victimes, aussi bien en Allemagne qu'en Belgique et en Angleterre. Lors des exercices dans des galeries d'expérience surchauffées, on en a observé aussi chez les porteurs d'appareils respiratoires, mais ici une intervention rapide a pu éviter les accidents.

Aussi, les spécialistes se demandent-ils s'il y a des objections de principe à l'emploi des porteurs d'appareils respiratoires dans les endroits très chauds et humides et quelles sont les précautions à prendre lorsqu'il paraît inévitable de travailler par des températures excessives.

Pour résoudre cette question, il faut examiner le coup de chaleur en soi, d'abord abstraction faite de l'appareil respiratoire, et simplement dans ses rapports avec l'équilibre calorifique du porteur. Il faut donc rechercher quelle quantité de chaleur est engendrée dans le corps humain, comment cette chaleur se disperse et quelles sont les conditions physiques nécessaires pour que cette dispersion se produise.

Après cela, on étudiera l'économie calorifique de l'appareil à oxygène et son effet sur le porteur.

Ensuite, on ajoutera des considérations physiologiques sur l'aptitude de différents individus à travailler dans les endroits chauds et humides.

(1) La direction des Annales croit opportun de faire suivre le compte rendu de la Journée d'Etude des Centrales de Sauveteurs de Belgique par le texte du Dr Hollmann relatif au « Travail des équipes de sauvetage dans les milieux à température excessive ».

Ainsi, il sera possible de déterminer les limites au-delà desquelles il est dangereux d'exposer les équipes de sauveteurs et on arrivera à dicter à ceux-ci des mesures de précaution.

I. — Production de la chaleur dans le corps humain.

Un corps quelconque s'échauffe lorsqu'il engendre ou reçoit plus de chaleur qu'il ne peut en émettre dans le même laps de temps. Cette loi physique vaut pour le corps humain. L'emmagasinement de la chaleur dans le corps donne lieu à ce qu'on appelle communément le coup de chaleur. Le bien être et l'aptitude de l'homme au travail dépendent essentiellement du fait que la température du corps se maintient entre les limites de 36.4 et 37.4° C. Il ne faut donc ni s'échauffer, ni se refroidir, ce qui revient à dire qu'il doit y avoir équilibre entre la chaleur produite et la chaleur dispersée. En ce qui concerne le réglage de la température lors de l'exposition au froid, ce qui sort de notre sujet, nous renvoyons aux publications spéciales; nous lèrons simplement remarquer que les modifications chimiques à l'intérieur du corps ne fatiguent pas moins la circulation que le travail musculaire.

La chaleur de tous les animaux à sang chaud, donc de l'homme, est d'origine chimique et repose essentiellement sur l'oxydation des aliments et des matières de réserve (glycogène et graisse).

Un homme adulte engendre au repos 1.2 calorie par minute et les phénomènes d'oxydation se déroulent très lentement. Plus on produit de travail par unité de temps, plus s'accroissent les réactions exothermiques dans le corps, ce qui se traduit par une plus grande dépense d'oxygène. Cette dépense peut donc servir de mesure de la quantité de chaleur engendrée; on peut, en tenant compte du rythme respiratoire, calculer en calories la quantité de chaleur engendrée par unité de temps.

Cette chaleur ne se transforme qu'en partie en travail musculaire et celui-ci de son côté est mesurable en kgm/min avec une certaine approximation. La comparaison de cette énergie avec la chaleur produite dans le même temps fait voir que des hommes bien entraînés peuvent utiliser 1/3 de la

chaleur et que d'autres, moins bien exercés au même travail, ne restituent sous forme de travail mécanique que 1/5 de l'énergie produite. Le rendement maximum de 1/5, qui est admis couramment, est mis en doute par plusieurs médecins. Dans les expériences faites à l'usine Dräger, nous avons trouvé souvent des rendements de moins de 1/6, ce qui peut tenir à la nature spéciale des exercices. Pour l'exemple suivant, qui concerne les effets de l'entraînement, la grandeur absolue du rendement n'a qu'une importance secondaire. On arrive à des conclusions analogues si l'on adopte respectivement 1/4 au lieu de 1/5 et 1/6 au lieu de 1/5. Ainsi, si l'on désire fournir 562 kgm/min, c'est-à-dire : 1/8 CV ou 1.316 cal/min, il faut que l'exécutant développe 4 à 6,6 cal/min, chiffre rond. Plus on produit de travail, plus grande aussi devient la quantité de chaleur en excès, c'est-à-dire la chaleur non transformable en travail extérieur et qui doit être éliminée. Dans l'exemple cité, cette quantité de chaleur est de 2.7 cal/min pour l'homme exercé et de 5.3 pour l'autre.

Si la dissipation de la chaleur, ou si l'on veut le refroidissement du corps, est contrariée par de mauvaises conditions de l'atmosphère ambiante, si par exemple, cette émission est limitée au chiffre assez faible de 3 cal/min, l'homme bien entraîné pourra continuer à travailler, tandis que l'autre « au mauvais rendement » emmagasinerait dans son corps l'excédent de 5.3 — 3 = 2.3 cal/min; il ne tardera pas à ressentir une élévation de sa température — un coup de chaleur.

Ces considérations montrent qu'il est très important de n'employer dans les endroits chauds et humides que des hommes bien entraînés aux travaux pénibles. Ce sont ces mêmes hommes qui, pour un travail imposé, consommeront le moins d'oxygène. Par des exercices avec l'appareil de sauvetage BG 170/400, à poumon automatique, pendant lesquels les conditions de cycle respiratoire et le taux du travail restent constants, on arrive à repérer les gens les plus aptes.

Le tableau I donne une idée de l'ordre de grandeur des quantités d'énergie que doit fournir le mineur au travail. On a admis un rendement de 1/4 pour l'énergie musculaire.

TABLEAU I (d'après Moss) (2)

Nature du travail	Energie engendree cal/min	Energie mécanique kgm/min	Chaleur à disperser cal/min
Métabolisme de base			
Repos. Couché, à jeun	1.20	—	1.20
Travail moyen du poste	5.20	555	3.90
Boisage	5.08	540	3.81
Abatage au pic	5.75	612	4.31
Battage de coins en charbon dur	7.90	841	5.93
Chargement des pierres avec le râble et l'auge.	8.20	871	6.15

TABLEAU II.

Résultats des expériences du Prof. Lehmann (Dortmund, 1951) — (l'auteur a admis un rendement de 15 % aux essais 1 et 2 et de 10 % au n° 3).

Nature du travail	Energie produite cal/min	Energie mécanique kgm/min	Chaleur à dissiper cal/min
Abatage	5 à 7	320 — 448	4,25 — 5,95
Forage au marteau pneumatique	6 à 7	384 — 448	5,10 — 5,95
Pelletage	6 à 8	256 — 342	5,40 — 7,20

Ces chiffres ont été obtenus par des essais pratiques, mais il faut bien remarquer qu'ils ne représentent que des moyennes, comme dans la plupart des mesures physiologiques. Ils peuvent donc présenter de grands écarts individuels dans les deux sens. Cependant, ils sont utiles comme repères de l'ordre de grandeur de la chaleur produite et de la chaleur à disperser par l'homme au travail. Ainsi entendus, ils peuvent servir à apprécier la possibilité du refroidissement du corps.

II. — Dissipation de la chaleur du corps humain.

Le corps émet de la chaleur principalement par rayonnement, par conductibilité, par convection et par évaporation d'eau, d'où il résulte que la dispersion de chaleur est fortement influencée par l'habillement. Tandis qu'un homme nu exposé dans

facteur est importante parce qu'on peut en déduire l'obligation de munir du costume le plus léger possible les porteurs d'appareils occupés dans des atmosphères chaudes et humides. Les préceptes anglais de 1950 recommandent les vestons sans doublure et les culottes au-dessus des genoux.

Le refroidissement du corps par évaporation d'eau n'a qu'un rôle insignifiant pendant le repos dans une atmosphère fraîche, mais il devient décisif lors du travail. Il se produit en partie par toute la surface du corps, même sans sueur perceptible, en partie aussi par les poumons et les canaux respiratoires où l'air aspiré relativement sec se sature d'humidité.

Le Tableau III renseigne les résultats des mesures faites à l'état de repos et au travail, et la proportion dans laquelle intervient l'évaporation.

TABLEAU III

Mode de perte de chaleur à température ordinaire	Repos		Travail dur	
	cal/min	%	cal/min	%
Rayonnement	0,79	66	1,25	10,5
Conductibilité - Convection	0,18	15	1,52	12,8
Evaporation	0,23	19	6,94	58,1
Travail musculaire	—	—	2,22	18,6
	1,20	100	11,95	100

une chambre à température moyenne émet par rayonnement 1,25 cal/min (les autres causes étant exclues), il n'en perd que 0,8 dans le costume habituel, c'est-à-dire 64 %. Winkhaus nous dit que, d'après ses mesures, un homme en costume léger ne perd au total que 60 % de la perte à l'état nu. (3).

L'air est un très mauvais conducteur de la chaleur, et lorsqu'il s'interpose entre la peau et le vêtement ou bien séjourne dans les mailles d'un tissu poreux, il forme une couche isolante qui s'oppose à la déperdition de la chaleur.

Bien que ce soit un fait d'observation journalière que des habits chauds diminuent la déperdition de chaleur et en même temps la capacité de travail, la connaissance de la grandeur de ce

L'évaporation prend encore plus d'importance aux hautes températures parce qu'alors la faible différence de température entre le corps et le milieu ambiant réduit les échanges par rayonnement, conductibilité et convection. L'influence de ces trois causes réunies tombe à 10 % pour une température de 34° C au thermomètre sec, tandis que 90 % sont attribuables à l'évaporation. Quand la température ambiante dépasse celle du corps humain, les trois facteurs en question prennent des valeurs négatives, c'est-à-dire que le corps reçoit de la chaleur de l'extérieur.

L'évaporation d'eau est aussi une fonction de la température de l'air ainsi que de sa faculté d'absorption, c'est-à-dire du degré de saturation en vapeur d'eau. Plus l'air chaud est humide, moins il évapore de sueur par unité de temps; en plus, une

faible vitesse du courant d'air empire encore les conditions.

La température, l'humidité, la vitesse du courant d'air sont les trois facteurs dont dépend la quantité de chaleur dont le corps peut se débarrasser en l'unité de temps (5, 6, 7). Ensemble, ils déterminent la capacité de travail de l'homme et les limites de cette capacité. Leur action combinée détermine l'effet frigorifique qu'on peut mesurer par le catathermomètre (8).

Comme unité de cet effet, on prend la quantité de chaleur R en milligrammes-calories (10^{-6} grandes calories) qui est enlevée par cm^2 et par seconde à une surface à la température de 36,5° C. Le diagramme de Giesa montre la relation entre cette quantité et la température, le degré de saturation et la vitesse de l'air (fig. 1).

Sur la partie gauche, on a porté en abscisses les températures au thermomètre sec et en ordonnées les températures au thermomètre mouillé pour différents degrés d'humidité. Pour trouver la température au thermomètre mouillé, on part du degré indiqué au thermomètre sec et on suit l'ordonnée jusqu'à la rencontre avec le trait marqué du degré d'humidité. L'horizontale prolongée vers la gauche donne sur l'axe la température humide cherchée. Par exemple : on a mesuré 32° C au thermomètre sec, degré de saturation : 100 % ou 50 %, température humide respectivement 32 et 24° C.

Sur ce même diagramme gauche, les traits horizontaux interrompus représentent l'effet frigorifique dans l'air en repos ($v = 0$) et la température humide, par exemple : pour $t_h = 32° \text{C}$, $R = 3$, et pour $t_h = 24° \text{C}$, $R = 8,2$.

server que les indications du catathermomètre ne s'appliquent pas exactement à l'homme. Quand le refroidissement se fait uniquement par évaporation de la sueur, il exige un effort cardiaque beaucoup plus grand que s'il y a en même temps rayonnement, conductibilité et convection. Le catathermomètre ne peut évidemment pas rendre compte de ce phénomène; il donne cependant des indications utilisables, principalement dans le domaine des températures élevées qui correspondent pratiquement aux mauvaises conditions climatiques dans lesquelles travaillent les sauveteurs.

La température effective (U.S.A.) et sa variante belge ($0,9 t_h + 0,1 t_s$) n'apportent ici aucune modification d'importance pratique dans l'appréciation du climat.

Jansen (6), se fondant sur ses observations personnelles, déclare à propos des effets frigorifiques et des impressions des hommes : « en dessous de » $R = 5$, les mineurs travaillent toujours nus et leur » peau est humide; au-dessus de 5, ils mettent leur » culotte et le torse est encore humide. Quand $R = 15$ et plus, l'ouvrier porte tout au moins la culotte » et la chemise, et la peau ne devient humide que » pendant le travail ».

Par définition, l'effet frigorifique se rapporte au cm^2 . La surface du corps de l'homme est en moyenne de 16.000 cm^2 . Comme on l'a dit plus haut, il faut décompter de cette surface environ 60 % pour le vêtement. On calcule d'après cela la quantité de chaleur que le corps peut perdre par unité de refroidissement R : $0,60 \times 16.000 (\text{cm}^2) \times 60 (\text{sec}) = 576.000 \text{ mg.cal/min} = 0,516 \text{ cal/min}$.

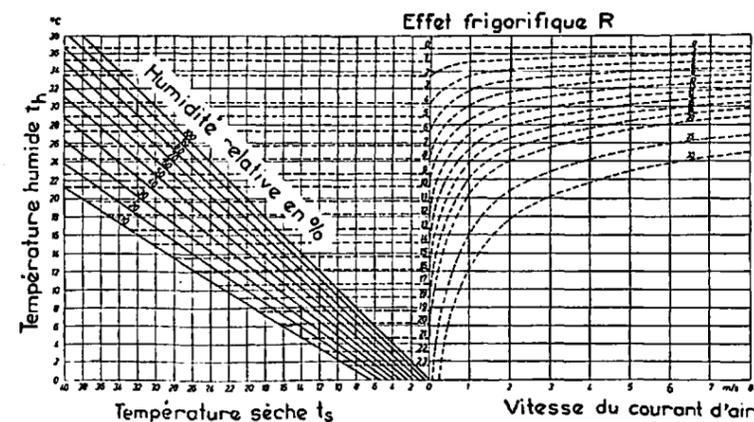


Fig. 1. — Effet frigorifique en fonction de la température, de l'humidité et de la vitesse du courant d'air.

Sur la partie droite du diagramme, les abscisses sont les vitesses du courant en m/sec, et les ordonnées, les effets frigorifiques. Ainsi à $t_h = 32° \text{C}$, $R = 3$ dans l'air en repos, et devient 5,4 pour $v = 1$ et 8 pour $v = 3$.

Plusieurs médecins (en Allemagne, Hollande, Belgique, Sarre, France et Amérique) ont fait ob-

D'un autre côté, si l'on part d'un travail très intensif qui ne peut durer qu'un temps très court, soit 1.100 kgm/min, il faut dissiper 10 cal/min et l'expérience montre qu'il faut pour cela au moins $R = 15$. On a par conséquent une dispersion de chaleur de 0,65 cal/min, et par unité R. Ceci est conforme à l'observation que, pour un effet frigorifi-

que de 2 à 2,5, la seule quantité de chaleur qui puisse être enlevée est celle qui correspond au métabolisme de base (à la conservation de la vie) : 1,2 cal/min, et que tout travail de durée devient alors impossible.

Si l'on rapproche le chiffre de 0,6 cal/min par unité d'effet frigorifique R des quantités de chaleur qui sont libérées par le travail et qui doivent être éliminées, on peut établir un rapport direct entre l'aptitude au travail et l'effet frigorifique de l'air.

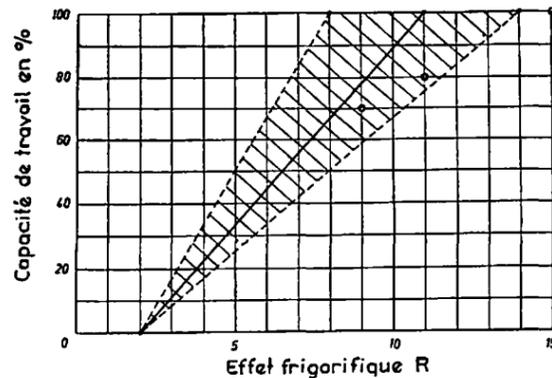


Fig. 2. — Capacité de travail en fonction de l'effet frigorifique du courant d'air.

Le diagramme n° 2 représente cette loi linéaire. En abscisses sont les valeurs de R et en ordonnées l'effet utile du travail en %. Si l'aptitude de l'équipier restait constante, dans les mêmes conditions, nous aurions un rapport bien défini, mais ce n'est pas le cas, et on a dû se contenter de calculer des moyennes.

De la dépense réelle d'oxygène des sauveteurs pendant le poste, on peut déduire des valeurs limites. C'est ainsi qu'une dépense d'oxygène de 70 l/h correspond à une production de chaleur de 5,84 cal/min, et une dépense de 120 l/h à 10 cal/min. Pour un rendement en énergie mécanique de 15 %, ces chiffres correspondent respectivement à 374 et 640 kgm/min. Le reste, soit 5 à 8,5 cal/min représente la chaleur à éliminer. On a porté au diagramme 2 sur l'horizontale correspondant à une capacité de travail de 100 %, les valeurs extrêmes relevées expérimentalement, soit 4,8 cal/min (R = 8) et 8,4 cal/min (R = 14). Un autre point significatif est celui qui correspond à R = 2 et au métabolisme de base de l'homme au repos. Si l'on joint ce point aux deux autres, on délimite un domaine qui devient de plus en plus étroit quand R diminue et qui est celui du travail sans risque de coup de chaleur. Pour nos supputations, nous adoptons la valeur moyenne qui correspond à 6,6 cal/min et à une dépense d'oxygène de 90 l/h, c'est-à-dire à un travail prolongé très dur. Comme cette tension élevée n'est pas exigée constamment, la ligne moyenne comporte donc une certaine réserve.

Le problème suivant consiste à déterminer l'effet refroidissant de l'air

Au sujet de la possibilité de déterminer expérimentalement l'effet frigorifique de l'air, Jansen nous dit : « Avec une expérience suffisante des procédés de mesure, on peut, suivant la nature de la peau de l'expérimentateur, estimer le pouvoir frigorifique à 1 ou 2 unités près. Si la peau est très humide sans qu'il y ait travail énergétique, R ne dépasse certainement pas 5 unités; entre 6 et 8, la peau est humide, au-dessus de 10, on peut la qualifier de moite, et au-delà de 15 n'apparaissent plus que quelques gouttelettes de sueur qui ne deviennent plus nombreuses que par le travail ».

Des observations subjectives de ce genre sont sans doute utiles pour permettre au sauveteur de se rendre compte de la nature d'une atmosphère chaude et humide, mais elles sont insuffisantes pour estimer éventuellement les limites dangereuses.

Etant donné les difficultés que présente la simple mesure de la température, du degré d'humidité et de la vitesse de l'air — facteurs qui donnent par le calcul ou par des abaques l'effet frigorifique — il faut chercher des méthodes plus simples qui permettent au sauveteur de juger sainement de son aptitude au travail et éventuellement de se retirer à temps.

Si l'on écarte la vitesse du courant d'air, bien qu'elle ait une influence énorme (Exemple : dans le local d'exercice règne une température de 40° C, avec 55 % d'humidité. La température humide est de 32° C et l'effet frigorifique dans l'air au repos est de 3; cela signifie qu'on transpire en étant assis et en caleçon de bain, par contre, s'il y a un courant d'air de 3 m/sec, l'effet frigorifique est de 8, c'est-à-dire qu'on met la chemise et la culotte et qu'on peut travailler) il ne reste à mesurer que la température et le degré d'humidité. Ces deux facteurs sont faciles à mesurer avec un thermomètre mouillé, sur lequel toutefois on puisse lire, non pas séparément la température sèche et le degré d'humidité, mais leur combinaison exprimée en degrés de température humide.

De nombreuses recherches en Allemagne et ailleurs ont démontré que la grandeur physique appelée « température humide » est effectivement le critère de l'échauffement du corps dans l'air au repos. Par exemple, dans un local où la température sèche est de 20° C et le degré d'humidité 60 %, la température humide est de 16° C et l'on se trouve à l'aise. Tout aussi agréable est une température de 28° C s'il n'y a que 20 % d'humidité, ou bien 18° C avec 80 % d'humidité parce que ces cas correspondent aussi à 16° C de température humide. Les gens les plus habitués à apprécier la température et l'humidité ne ressentent aucune différence dans leurs impressions, bien que l'écart de température soit de 10° C.

L'instrument nécessaire pour la mesure de la température humide est le psychromètre à aspiration qui rend inutile le thermomètre sec.

Par la mesure de la température humide, on a fait le premier pas, mais il nous manque encore la mesure de la vitesse de l'air. On pourrait se servir d'anémomètres, mais c'est très incommode pour les porteurs de masques. En attendant qu'on

ait trouvé un instrument approprié, on doit essayer de tirer des conclusions en se basant uniquement sur la température humide. Il est évident qu'on n'obtiendra jamais des résultats exacts; cela ressort de la figure n° 1 et du tableau IV.

C'est ainsi que l'effet frigorifique passe du simple au double quand la vitesse de l'air varie entre 0 et 2 m/sec.

degré d'humidité de 70 % ($t_h = 35^\circ \text{C}$). Nous en arrivons donc à devoir prendre des précautions spéciales et le chef d'équipe doit savoir ce qu'il doit ordonner lorsque la température t_h à l'endroit du travail vient à prendre une valeur aussi élevée.

En dessous de $t_h = 28^\circ \text{C}$, il n'y a certainement aucun danger. Une vitesse de l'air de 1 m/sec donne un effet frigorifique de 10, ce qui suffit pour

TABLEAU IV.

Température humide	Vitesse de l'air en m/sec						
	0,1	0,5	1	2	3	4	5
	Effet frigorifique R						
26° C	7,8	10,8	12,6	15,6	17,2	19,4	20,8
28° C	6,3	8,7	10,2	12,7	14,2	15,7	16,8
30° C	4,9	6,7	7,8	9,7	10,9	12,0	12,9
32° C	3,4	4,6	5,4	6,7	7,6	8,3	8,9

Malgré son insuffisance, la température humide doit nous conduire à des règles pratiques. Lors des opérations de sauvetage qui exigent l'emploi d'appareils respiratoires, on doit compter avec les conditions les plus sévères et notamment avec une vitesse de l'air égale à zéro. On peut tout au plus escompter 1 m/sec, vitesse relative due au déplacement de l'homme. A cette vitesse correspond un effet frigorifique bien défini en fonction de la température humide (fig. n° 1). On peut donc tracer un graphique de l'effet utile de l'homme en fonction de l'effet frigorifique ou directement en fonction des températures humides (fig. 5). (Les chiffres entre crochets correspondent à l'hypothèse $v = 0,50 \text{ m/sec}$.)

Vers 34 à 35° C, il devient impossible de faire un travail d'une certaine durée. Cette constatation est très importante. Cette limite serait atteinte par exemple par une température sèche de 40° C et un

enlever 6 cal/min, c'est-à-dire plus qu'il n'en faut pour un travail équivalent à celui du boisage ou de l'abatage en charbon tendre. Même s'il fallait par à coups développer un travail plus énergique, il reste la ressource de laisser refroidir le corps par une pause.

Haldane (9) considère comme supportable une atmosphère à $t_h = 29,5^\circ \text{C}$ avec une vitesse de 0,70 m/sec. (R = 7). Brunt (10) indique comme limite du travail pénible 28,5° C avec une vitesse de 1 m/sec (R = 10). Le diagramme (fig. 5) montre que, pour une température humide de 28° et une vitesse de 1 m, la chute de rendement est de 10 % quand la chaleur à éliminer atteint 6,6 cal/min, mais que l'aptitude reste entière s'il n'y a que 6 cal. Dans ces conditions, la consigne pourrait être « pas de danger ».

Par 30° C, et 1 m/sec, le diagramme nous montre que l'effet utile de l'homme n'est plus que de

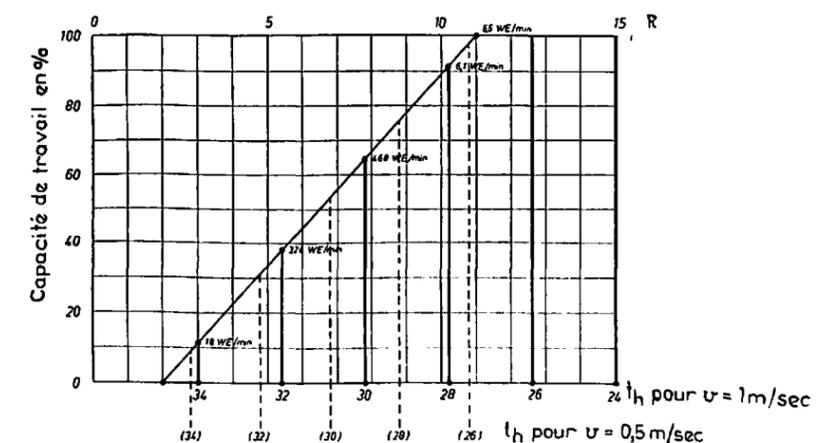


Fig. 5. — Capacité de travail en fonction de la température humide de l'air. — Quantité de chaleur entraînée par le courant d'air (proportionnelle à R) : WE, min = cal/min.

65 %, l'effet frigorifique de 7,8 unités et la chaleur enlevée : 4,7 cal/min. La chaleur développée par un travail dur ne pourrait plus être complètement éliminée et l'on approche du danger de coup de chaleur, mais on peut l'éviter en réduisant la quantité de travail, par exemple en procédant plus lentement.

Citons encore Haldane qui fixe la limite admissible pour un poste complet à $t_h = 29,5^\circ\text{C}$ et $v = 0,7\text{ m/sec}$ et Bidlot à $t_e = 31^\circ\text{C}$, étant entendu que $t_e = 0,9 t_h + 0,1 t_a$ sans intervention du courant d'air.

D'après les expériences de Lehmann (12), l'atmosphère lors des incendies souterrains est presque toujours complètement saturée et on peut poser $t_e = t_h$.

La température humide de 30°C peut encore certainement être considérée comme relativement peu dangereuse eu égard à la faible durée des prestations d'une équipe de sauvetage. Cependant ici, il convient de se mettre en garde et la consigne devrait comporter : « Attention ! Lentement ! Prenez du repos ! »

Par une température humide de 32°C et $V = 1\text{ m/s}$, l'effet utile se réduit tout au plus à 40 %, le pouvoir frigorifique à 5,4 et l'élimination de chaleur à 3,24 cal/min. Si l'on veut éviter le coup de chaleur, il faut réduire le travail à 20 %, c'est-à-dire à 360 kgm/min. Cela équivaut à monter à l'échelle sur une hauteur de 5 m/min. Brunt (10) déclare que si $t_h = 32^\circ\text{C}$, on ne peut effectuer qu'un travail léger. D'après Caplan (15) dans les mines de l'Inde, on aurait observé des températures de $32,2^\circ\text{C}$ (pas d'indication du courant d'air) : on a dans ces conditions l'impression d'étouffer et le travail utile tombe très bas.

Une équipe de sauvetage ne peut donc plus guère fournir de travail et la durée de la prestation doit être très réduite pour que la chaleur emmagasinée ne dépasse pas les réserves physiologiques. Ici la consigne doit être : « Danger ! Avancez lentement ! Durée du travail : 1 heure au plus ».

Pour $t_h = 33^\circ\text{C}$, l'effet utile est à peu près 25 %, et à 34°C il est pratiquement nul. Un séjour prolongé dans de telles conditions peut devenir dangereux, le travail ne peut être que très court et accompli dans des conditions à spécifier. La consigne est alors : « Retraite ! Lentement ! ».

Pour juger des effets de la température humide sur le travail utile de l'homme, nous avons fait appel aux études et aux expériences qui ont eu pour objet de déterminer les limites du travail possible pendant toute la durée d'un poste dans la mine. C'est dans cette hypothèse qu'a été tracé le diagramme n° 3 qui correspond à la tâche moyenne d'un poste de 8 heures. Les réactions de défense physiologique sont ici mobilisées, mais les réserves ne sont pas sensiblement entamées. Dans les travaux de sauvetage, par contre, il est souvent nécessaire (et le cas est maintes fois réalisé) de faire appel aux réserves physiologiques dont il sera question dans un chapitre suivant; il s'agit alors de prestations relativement courtes alternant avec des périodes de repos.

En tenant compte de ces réserves, lesquelles permettent un court séjour dans de mauvaises conditions climatiques, il paraît opportun de coordonner toutes les considérations précédentes dans une consigne basée sur les degrés de température, et qui pourrait être rédigée comme suit :

Température humide :

- I. Moins de 30°C Pas de danger
- II. 30 à 32°C Attention! Lentement! Repos!
- III. 32 à 34°C Danger! Marchez lentement.
Durée du travail : 1 heure au plus.
- IV. plus de 34°C Retraite! Lentement!

Cette gradation devrait être observée tout spécialement lors des reconnaissances dans lesquelles on ne connaît pas d'avance les conditions climatiques des chantiers à parcourir. En outre, le chef d'équipe doit être bien averti de ce que les sauveteurs ne pourront être aptes à travailler dans les températures excessives que s'ils n'y ont pas déjà séjourné trop longtemps.

Il résulte de nombreuses applications pratiques que la gradation proposée n'impose pas des efforts exagérés aux porteurs d'appareils. A titre d'exemple, citons un exercice accompli le 19 juin 1950 dans la galerie d'exercice du charbonnage de Gelsenkirchen A. G. La température à l'étage inférieur était de 42°C , à l'étage supérieur de 47°C . Le degré d'humidité était compris entre 63 et 64 %, ce qui s'exprime en température humide par 35°C et 30°C . Avec un courant d'air de 1 m/sec , le pouvoir frigorifique était de 2 unités avec $t_h = 35^\circ$, tandis que dans la galerie de l'étage supérieur, le corps de l'homme ne pouvait éliminer aucune chaleur. Cependant, les symptômes du coup de chaleur ne sont apparus qu'au bout de 90 minutes chez les opérateurs équipés d'appareils BG 170/400.

Lehmann rapporte des exercices de deux heures dans une galerie de la Sarre où la température humide était de 35° ($t_h = 40^\circ$). On a constaté des vomissements. Lehmann fait ressortir expressément que « dans ces longs exercices, l'air aspiré s'échauffait par contact avec la cartouche d'alcali et que cette cause doit être prise en considération ».

Les consignes proposées ci-dessus laissent donc une certaine marge de sécurité, d'autant plus que dans les circonstances difficiles on n'emploiera que des sauveteurs soigneusement triés.

La station principale de sauvetage d'Essen a déjà, à la suite de nombreux faits d'expérience, réduit la durée des prestations, même à des températures plus basses. D'après une circulaire de 1943, la durée doit être réduite à une heure, sans égard au résultat bon ou mauvais, quand la température mesurée est de 35°C et le degré d'humidité 80 %, ce qui correspond à une température humide de 32°C . Par après, cette durée limite d'une heure a été étendue jusqu'à 35°C et 65 % d'humidité, c'est-à-dire à une température humide de $29,5^\circ\text{C}$.

Ajoutons ici les prescriptions anglaises de 1950. Les équipes de sauveteurs doivent se retirer et ren-

trer dans l'air frais quand la température humide est de $85^\circ\text{F} = 29,5^\circ\text{C}$, et faire rapport. Ce n'est que dans le cas où il paraît y avoir possibilité de sauver une existence humaine que le sauveteur pourra agir à sa discrétion. Quand on sera bien renseigné sur les circonstances, on formera une seconde équipe de sauvetage avec la consigne suivante : si la température humide atteint $90^\circ\text{F} (32^\circ\text{C})$, la retraite est obligatoire jusqu'à la base en air frais; en outre, la durée de la prestation ne peut dépasser une heure. C'est uniquement moyennant une permission spéciale que des travaux de sauvetage peuvent s'exécuter par une température de 90°F , et ce, pendant une durée réduite à apprécier suivant les circonstances.

Les considérations théoriques aussi bien que les observations faites en pratique paraissent justifier le maintien de la classification proposée ci-dessus pour les degrés de danger.

Pour les cas exceptionnels, on ne peut édicter de règles obligatoires. Comme on le dit dans les préceptes anglais, c'est en fonction des circonstances du moment que la durée du travail doit être appréciée, et on ne peut se fier qu'à l'expérience. Lehmann (12) rapporte que des expériences par $t_h = 34$ à 40°C ($t_a = 34$ à 42°C) ont duré 45 à 60 minutes et que dans un endroit particulièrement chaud $t_h = 48^\circ$ ($t_a = 54^\circ$) on a pu marcher pendant 20 minutes.

Dans le district d'Aix-la-Chapelle, en 1950, lors d'un incendie souterrain, on a pu faire des relais de 20 minutes, par une température sèche de 72° (pas d'indication sur l'humidité).

Il paraît indiqué de ne pas dépasser 45 minutes quand $t_h = 34^\circ\text{C}$, et la chaleur rayonnante, que ne renseigne pas le thermomètre mouillé enfermé, doit servir d'indice au chef d'équipe pour limiter la durée du travail. Aux plus hautes températures, c'est l'impression ressentie par les sauveteurs qui doit les décider.

III. — Réserves physiologiques du corps humain.

Dans toutes les prestations en milieu climatique défavorable, les réserves physiologiques du corps humain jouent un rôle décisif.

Le corps de l'homme possède la faculté, quand il est soumis à des tensions extraordinaires, d'organiser des mesures de défense appropriées. Cela est vrai quand l'élimination de la chaleur devient difficile, et c'est d'abord par la transpiration et l'évaporation de l'eau que se manifeste clairement la réaction. En outre, la circulation du sang s'accélère et par là élimine une plus grande quantité de chaleur, puisque c'est par la circulation que la chaleur est transportée en tous les points de la surface du corps. Quand la peau est trempée de sueur, sa conductibilité thermique devient un multiple de celle de la peau sèche.

Quand tous ces moyens de défense ne suffisent plus dans une atmosphère incapable d'éliminer assez de chaleur, le corps s'échauffe au-delà de la normale : une augmentation de température de 2°C ne présente encore aucun danger immédiat.

Il en résulte deux nouveaux effets :

- 1) la différence de température entre le corps et l'atmosphère augmente, et par suite, la quantité de chaleur cédée par unité de temps.
- 2) l'emmagasinement de la chaleur dans le corps représente une dissipation différée de chaleur.

La chute de température entre le corps et le milieu environnant, qui est déterminante pour l'évacuation de la chaleur, se calcule en principe à partir d'une température normale du corps de 37°C . Si cette température monte à 39° et que celle de l'atmosphère est de 34°C , on se trouve dans les mêmes conditions que par une température normale de 37°C et une température extérieure de 32°C , c'est-à-dire qu'on élimine 3,24 cal/min. Ainsi, la haute température du corps a pour effet de reculer d'un rang le domaine dangereux parce que l'élimination de la chaleur est accrue d'une valeur correspondante.

L'emmagasinement de la chaleur dans le corps, qui élève la température, constitue une « fixation de chaleur » très importante. Pour élever de 2 degrés la température d'un corps du poids de 70 kg, il faut 140 cal environ. Supposons par exemple que la chaleur en excès soit de 5,5 cal/min et que l'on en perde seulement 3, il faudrait 56 minutes pour que la température du corps s'élève jusqu'à 39°C , et cela sans tenir compte de ce que la température plus élevée du corps favorise aussi certaines causes de déperdition.

Pour terminer, signalons l'impression de faiblesse que l'on ressent à l'approche du coup de chaleur et qui compte également dans les réserves physiologiques. Cette sensation incite à une diminution du travail fourni et par conséquent de la quantité de chaleur en excès. Cette sensation ne doit pas être méprisée dans les milieux chauds et humides; elle est au contraire à considérer comme un avertissement de l'urgence de la retraite.

L'ordre de grandeur des réserves physiologiques est très difficile à exprimer en nombres, et il varie énormément suivant les individus. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est que ces réserves sont considérables et qu'elles seules permettent un court séjour dans des endroits où sans cela la température serait absolument intolérable.

IV. — Aptitude individuelle au séjour dans les endroits chauds et humides.

En parlant de la production de chaleur par le travail, nous avons déjà constaté que des gens bien exercés s'échauffent beaucoup moins en faisant un travail donné que ceux qui n'y sont pas habitués. Nous en avons conclu qu'il ne faut exposer dans des endroits de l'espèce que des ouvriers bien entraînés aux travaux pénibles. De ce point de vue, il serait faux de faire appel pour le sauvetage à des porions plutôt qu'à des ouvriers robustes. Les porions doivent être chefs d'équipes, mais pas ouvriers manuels.

Il y a de très grandes différences individuelles dans la faculté de déperdition de la chaleur. Il ne s'agit pas seulement de différences fonctionnelles

qui se manifestent par exemple par les quantités de sueur émises au cours d'un poste, mais d'une disposition acquise et d'une adaptation à l'atmosphère ambiante. Moss (2) dit à ce propos « un ouvrier » étranger à la mine aurait probablement à craindre » un coup de chaleur, s'il voulait immédiatement » entreprendre un travail dans un chantier très » chaud, tandis que des ouvriers habitués travaillent » d'une façon suivie et sans danger pour leur santé » dans des mines profondes et très chaudes ».

On choisira donc, pour composer les équipes de sauvetage, des hommes qui ont montré qu'ils supportent le climat et qu'ils s'y sont adaptés par leur travail quotidien.

Le corps s'oppose au coup de chaleur en retirant du sang aux organes les moins importants et en le faisant circuler à grande vitesse pour le répartir sur toute la surface. Par là, le travail du cœur est accru et le surmenage peut provoquer la syncope qui est cause des accidents mortels. Pour cette raison, un cœur très sain et apte à supporter une fatigue supplémentaire par la déperdition de chaleur est une condition nécessaire à laquelle est subordonné le travail dans les endroits dangereux.

Il arrive cependant souvent que les hommes soient ignorants ou n'aient pas conscience des déficiences de leur cœur. Il s'agit le plus souvent de défauts qui peuvent être décelés lors de l'examen clinique par des bruits accompagnant les battements du cœur ou de lésions des muscles cardiaques que l'on découvre principalement par voie cardiographique. Par principe, la moindre lésion ou fatigue du cœur doit être considérée comme prohibitive.

Etant donné que de légères déficiences cardiaques, inoffensives dans la vie ordinaire, mais gênantes et dangereuses dans le cas de surmenage, affectent principalement les hommes de plus de quarante ans, il faut choisir des hommes jeunes pour composer les équipes de sauvetage. Il est à remarquer qu'en fait, les victimes des coups de chaleur ont été souvent des hommes très expérimentés et par là même assez âgés, et cette constatation renforce singulièrement le caractère obligatoire de l'interdiction.

V. — Régime thermique de l'appareil à oxygène.

Les considérations précédentes se rapportent d'une façon générale à la production de la chaleur dans le corps et à sa déperdition. Il nous reste à voir si les conclusions sont encore valables pour le porteur d'un appareil de sauvetage, et pour cela, il est nécessaire d'examiner les réactions réciproques de l'homme et de son appareil. Si l'on considère que le port de l'appareil, notamment dans les ascensions, constitue un travail supplémentaire, et qu'il en est de même de la respiration à travers des conduits résistants, on peut se demander si l'appareil à oxygène ne contribue pas à augmenter la quantité de chaleur engendrée plutôt que l'aider à la déperdition.

Tout praticien sait que dans un appareil régénérateur à cartouche d'alcali, il y a lieu de distinguer deux phases bien distinctes :

- 1) la phase initiale qui va d'ordinaire jusqu'à la moitié de la durée de l'utilisation et pendant laquelle l'appareil est froid;
- 2) la phase suivante, jusqu'à la fin de l'utilisation, et pendant laquelle l'appareil est chaud.

Quelles sont les raisons de cet échauffement de l'appareil ? Est-ce une capacité d'accumulation de chaleur propre à l'appareil ou y a-t-il encore d'autres facteurs opérants ? La réponse à cette question peut être donnée par des considérations théoriques et par des essais pratiques.

On peut prendre comme point de départ la température de l'air à l'endroit (base d'air frais) où l'on endosse l'appareil. C'est la température sèche qu'il faut prendre puisque la boîte de l'appareil ne donne lieu à aucune évaporation. Supposons par exemple que cette température initiale de l'air et de l'appareil soit de 28° C, la chaleur spécifique moyenne, 0,2 cal/kg (Al : 0,217), le poids total 17 kg. Pour que l'appareil s'échauffe de 10° C, il faut lui fournir $0,2 \times 17 \times 10 = 34$ cal.

Cette quantité de chaleur est très appréciable et elle serait très utile si elle pouvait être utilisée exclusivement à rafraîchir l'air expiré. La chaleur spécifique de l'air est très faible : $C_p = 0,238$ cal/kg-degré, soit 0,366 cal par m³ et degré C. Il en résulte donc que pour une différence de température de 10° C, l'air respiré absorberait tout au plus 3,66 cal/m³. Cette quantité est environ 1/20 de la quantité de chaleur engendrée par les réactions dans la cartouche d'alcali. En outre, il faut remarquer que l'entropie de la chaleur engendrée chimiquement est très petite en comparaison de celle de l'air, de sorte que la chaleur spécifique de l'air n'a qu'une importance négligeable en comparaison de la chaleur dégagée chimiquement. La capacité thermique de l'appareil ne contribue donc guère à rafraîchir l'air, mais plutôt à absorber la chaleur dégagée par la cartouche.

En théorie, l'appareil à oxygène avec régénération de l'air expiré est donc une source de chaleur. Quand l'air expiré, humide et chargé d'acide carbonique, traverse la cartouche, il y a dégagement de chaleur par la condensation d'eau et par les phénomènes chimiques. Admettons que, par son passage dans la cartouche, l'air expiré soit desséché jusqu'à une teneur de 10 g/m³, chiffre contrôlé par analyses, et qu'il renferme 5 % de CO₂, la chaleur dégagée par m³ se calcule comme suit :

condensation de la vapeur d'eau :	20,8 cal
chaleur de dissolution (alcali + eau) :	20,1
chaleur de réaction (alcali + CO ₂) :	28,2
total :	69,1

ou, en chiffres ronds : 70 cal/m³.

Le courant respiratoire étant évalué à 20 l/min, la chaleur dégagée est donc $0,020 \times 70 = 1,4$ cal/min; elle est suffisante théoriquement pour porter les 20 litres d'air à la température de 25° C.

Pratiquement, cette chaleur se perd dans la cartouche elle-même, par transmission à l'enveloppe d'air frais, dans la proportion de 50 %, de sorte

que la température réelle de l'air au sortir de la cartouche est comprise entre 80° et 100° C. L'air se refroidit ensuite par contact avec les parois des raccords du sac respiratoire, de la boîte à soupapes et du tuyau d'aspiration jusqu'à la température sèche du milieu. Dans la phase froide de fonctionnement, l'air reste donc relativement sec avec une teneur absolue en eau de 10 g/m³.

Dans les poumons et dans les vaisseaux respiratoires, l'air aspiré se sature complètement d'eau. La chaleur de condensation qui représente dans le régénérateur 20,8 cal/m³ se trouve ici empruntée au corps sous forme de chaleur de vaporisation. Cette quantité de chaleur, si elle était uniquement employée à refroidir l'air, abaisserait sa température de 66° C. Pratiquement cet effet frigorifique se répartit entre l'air respiré, l'air emmagasiné dans les poumons et entre les parois de tous les organes de la respiration.

Le pouvoir réfrigérant de l'air sec donne la sensation que l'appareil est frais pendant la première phase. Il se monte à 0,416 cal/min pour un débit d'air de 20 l/min. En absorbant 4 à 5 % de l'oxygène contenu dans ces 20 litres, la combustion dégage 4 à 5 cal/min. L'effet utile du refroidissement par l'air sec est donc environ 8,5 à 10 %.

Si l'on compare l'effet frigorifique de l'air aspiré sec à celui du milieu ambiant, on a vu plus haut qu'une unité d'effet frigorifique correspond à une déperdition de 0,60 cal/min. Pour atteindre ce chiffre, le débit de l'air en circulation dans l'appareil devrait être de 31,5 l/min. Cette comparaison fait ressortir le rôle très important de la déshydratation de l'air. Par exemple, pour $t_h = 34°$ C, l'effet frigorifique de l'atmosphère environnante est de 3 unités, et si on y ajoute une unité apportée par l'air aspiré, il sera accru de 33 %.

C'est une constatation très importante que l'appareil respiratoire soit dans la première phase, non pas une source de chaleur, mais plutôt une aide, secondaire il est vrai, à sa dissipation. Nous pouvons donc en conclure que tout ce qui a été exposé précédemment au sujet de l'aptitude et des limites de l'effet utile de l'homme aux hautes températures, s'applique encore sans réserve au porteur d'appareil respiratoire pendant toute la première phase de l'utilisation.

Dans la deuxième phase, l'air aspiré finit par atteindre des températures de 40 à 42° C tout en étant saturé d'eau. Cet air n'a plus d'effet frigorifique; au contraire, il fournit au corps de la chaleur, tout spécialement par la condensation de la vapeur d'eau. Un exemple numérique le fera mieux comprendre. A 42° C, l'air saturé renferme 56,5 g d'eau par m³. Dans le corps, cet air est ramené à la température de 37° C et alors il ne peut plus contenir que 43,9 g d'eau. Il y a donc une condensation de 12,6 g d'eau, ce qui correspond à un dégagement de chaleur de 7,3 cal/m³ d'air. A raison d'un débit de 20 l/min, le corps recevrait donc 0,146 cal/min.

La différence totale entre la chaleur que l'appareil absorbe dans la première phase et celle qu'il émet dans la seconde phase est donc 0,55 cal/min.

et c'est un fait d'expérience que cette différence est très nettement perceptible.

La conclusion de ceci, quant au travail dans les endroits dangereux, c'est que la durée des prestations doit être limitée à celle de la première phase c'est-à-dire à celle de l'action desséchante de la cartouche d'alcali.

La durée de la première phase est d'environ 1 h à 1 h 1/2 pour un travail moyen (monter des escaliers à raison de 120 m/heure) et pour une dépense d'oxygène de 50 à 60 l/h. Un travail plus intensif réduit fortement la durée de la première phase, et c'est un motif de plus pour recommander une marche et un travail modérés dans les endroits chauds et humides.

Pour vérifier expérimentalement ces conclusions théoriques, des essais ont été organisés par Ruhe et Nawrocki dans la galerie d'exercices de Hamborn. Les températures humides étaient de 30° à l'étage inférieur et de 38° à l'étage supérieur avec une teneur en humidité de 70 à 80 %. Les sauveteurs étaient équipés d'appareils BG 170/400. Un des hommes de l'équipe avait son appareil débranché et respirait directement dans l'atmosphère. Après une heure, cet homme était complètement épuisé, sa température sous l'aisselle avait monté de 2,2°. Après 1 1/2 h, le premier des sauveteurs normalement équipés a dû cesser l'exercice, sa température avait monté de 1,8° C. Les trois autres ont pu s'acquitter de la tâche complète de 2 1/2 h sans défaillance, bien que chez eux aussi la température ait monté considérablement.

Cette expérience semble prouver le bien fondé des considérations précédentes, c'est-à-dire que l'appareil à oxygène dans sa première phase contribue à la déperdition de la chaleur du porteur. Il est donc légitime de généraliser les conclusions relatives aux limites d'endurance et de les appliquer même aux porteurs d'appareils avec régénération par des hydroxydes alcalins.

En cherchant à condenser toutes les réflexions et recherches qui peuvent expliquer le problème complexe du coup de chaleur, nous arrivons à des « Principes » à appliquer pour éviter les accidents.

Principes à observer lors des prestations des équipes de sauvetage dans les endroits très chauds et très humides.

1. Employer exclusivement des hommes en bonne santé et, autant que possible, ayant moins de 40 ans.
2. L'état de santé des sauveteurs doit être examiné par tous les moyens d'investigation disponibles; l'état du cœur doit être spécialement vérifié à fond (cardiographie).
3. Préférer les hommes qui sont habitués à des travaux exigeant un effort physique important.
4. Préférer les sauveteurs acclimatés, c'est-à-dire ayant l'habitude des travaux aux hautes températures humides.
5. Les sauveteurs porteront un costume léger (chemise de laine et culotte sans caleçon).

6. Le sauveteur ne doit pas être occupé deux fois de suite sans interruption. Un repos de 2 heures est nécessaire entre deux postes, à moins que des signes de fatigue manifeste ne conduisent à augmenter cet intervalle.
7. Eviter les repas copieux et les libations inutiles avant la prestation.
8. Avant chaque poste, renouveler la cartouche d'alcali même si la précédente n'est pas usée complètement.
9. Vérifier la contenance de la bouteille d'oxygène : en cas de nécessité on a tendance à manœuvrer souvent la soupape de secours à main.
10. Emporter des thermomètres mouillés ou un psychromètre pour vérifier les conditions climatiques.
11. En cas de température croissante, se régler d'après la consigne suivante :
I. — En dessous de $t_h = 30^\circ \text{C}$ — Pas de danger.
II. — De 30 à 32°C — Attention ! Lentement ! Pauses !
III. — De 32 à 34°C — Danger ! Marcher lentement. Ne pas dépasser une heure.
IV. — Plus de 34°C — Retraite ! Lentement !
12. Dans les cas exceptionnels où t_h dépasse 34°C , réduire la durée des prestations en s'inspirant des circonstances. Bien spécifier la tâche à accomplir. Ne dépasser sous aucun prétexte la limite imposée.
13. S'il n'y a pas de danger d'explosion, dégager la poitrine, retrousser les manches, balancer les bras en marchant. Pendant les poses, se coucher, ne pas s'asseoir, relever les jambes du pantalon.
14. Les sauveteurs doivent informer le chef d'équipe de tout symptôme de coup de chaleur, tel que : nausée, sensation de faiblesse, fatigue, dégoût, excitation, maux de tête, douleurs dans les membres, troubles de l'ouïe ou de la vue, vertige.
15. Le chef d'équipe surveille son groupe soigneusement; il demande souvent si tout va bien.
16. A l'apparition des indices de coup de chaleur : cesser le travail, manœuvrer plusieurs fois la soupape de secours lors de l'aspiration, ordonner la retraite et la marche lente. Lors de la retraite, activer légèrement la soupape de secours pendant l'aspiration.
17. S'il n'y a pas de courant d'air, pas de repos dans la position assise. Un léger déplacement du corps est plus propice à la déperdition de la chaleur que le repos.
18. A la base de départ en air frais, et là où l'équipe de secours rencontre un courant d'air, disposer des couvertures dans lesquelles les hommes puissent s'envelopper pour éviter les refroidissements.
19. A la base de départ en air frais, tenir des boissons chaudes à la disposition des hommes qui reviennent.
20. Lors des exercices d'entraînement, il est recommandable d'exposer les hommes de temps en temps à des atmosphères chaudes, humides et peu agitées pour leur faire connaître les conditions auxquelles ils peuvent être exposés dans la réalité des opérations. Cependant, il ne faut jamais outrepasser les indications de l'article 11.

BIBLIOGRAPHIE

1. Rein, *Physiologie des Menschen*, 10. Auflage (1949), S. 167.
2. Moss, Coll. Guard. 1923, S. 1359 und 1424, und Winkhaus, Glückauf 1924, N° 8, S. 129.
3. Winkhaus, *Gesamtwärme und Kühlleistung der Wetter in tiefen, heißen Gruben*, Glückauf 1923, N° 10, S. 233.
4. Du Bois, *The Mechanism of heat loss and temperature regulation*, 1937, und Rein, s. 1.
5. Heise — Herbst — Fritsche, *Lehrbuch der Bergbaukunde*, I. Band, 8. Auflage (1949), S. 557.
6. Jansen, *Die Erwärmung der Wetter in tiefen Steinkohlengruben*, Glückauf 1927, N° 3, S. 84 ff.
7. Giesa, *Beiträge zur Frage der Grubenbewetterung*, Glückauf 1932, N° 40, S. 889.
8. Schulz und Faber, *Eichung von Katathermometern*, Glückauf 1927, N° 46, S. 1673.
9. Haldane, I.S. — *The influence of high air temperatures*, Journ. Hyg. 5 (1905), 404.
10. Brunt, — *Physiological effects of high temperature and humidity*, Fourth Emp. Mining and Metallurgical Congress Great Britain, July 1949, Paper D. 1.
11. Bidlot R. und P. Ledent, *Climatisation souterraine*, Rev. Univ. Mines 93 (1950), 173.
12. Lehmann, G. *Beiträge zur Bekämpfung von Grubenbrand. Abdämmung, Aufwältigung, Arbeit der Grubenwehr*, Glückauf 1951, N° 35-36, S. 817.
13. Linse, E. *Das Grubenklima*, Glückauf 1951, N° 29-30, S. 677 (dort ausführliche Literaturangaben).

Sécurité dans les mines et soutènement

par L. DENOEL,

Professeur émérite de l'Université de Liège.

D'après « Grubensicherheit und Grubenausbau - Leoben 1952 ».

Une Conférence Internationale sur la sécurité dans les mines et le soutènement s'est tenue à Leoben en Autriche, du 23 au 27 juin 1952. Cette Conférence était organisée par l'École Supérieure des Mines de Leoben, l'Association des Mines et de la Métallurgie, l'Association des Ingénieurs des Mines Autrichiens et la Société des Amis de l'Université de Leoben. Elle suscita un très vif intérêt et réunit un grand nombre de spécialistes nationaux et étrangers. Quarante-deux communications y furent présentées. Les textes des rapports et des discussions ont été publiés dans un volume de 263 pages, intitulé « Grubensicherheit und Grubenausbau », édité par Urban Verlag, de Vienne.

Nous donnons ci-dessous un résumé succinct des communications qui, conformément au titre, ont été groupées en deux sections.

I. — SECURITE.

1. Discours d'ouverture.

M. le Président H. Zechner de Leoben a rappelé en excellents termes l'importance primordiale de la sécurité dans les mines et les progrès réalisés en ces dernières années, qui sont dus en grande partie aux études scientifiques dans l'ordre théorique et dans l'ordre expérimental. Il cite notamment les éboulements et l'étude des méthodes d'exploitation, les explosifs et le grisou et les recherches dans les stations d'essai, la climatologie des chantiers et la silicose, le rôle des ingénieurs de la sécurité et des tests psychotechniques.

2. M. Erlinghagen a donné un aperçu de l'activité de tous les organismes qui s'occupent de la sécurité, du sauvetage et de l'hygiène dans le bassin de la Ruhr.

3. M. F. Ruhe traite de l'organisation et des services de sécurité dans les grandes compagnies minières. L'établissement d'un service spécial de la sécurité remonte à 1920, époque de marasme et de recrudescence des accidents; actuellement, il existe dans toutes les grandes exploitations. Le chef de service doit être un ingénieur universi-

taire; il doit posséder une grande compétence technique, une certaine expérience et l'amour du métier, beaucoup de patience, de jugement et d'entregent. Il lui faut une situation indépendante, la confiance de la haute direction et la bonne entente avec les autres services. Pour se guider, il doit recourir à la statistique des accidents d'après leurs causes et les différents chantiers. Cette statistique doit être concentrée au bureau d'études du service, elle fait connaître les endroits et les travaux les plus dangereux où s'impose une surveillance plus nombreuse et surtout plus apte. Indépendamment des règlements généraux sur la police des mines, des précautions particulières s'imposeront. L'examen à l'embauchage et la répartition des ouvriers d'après leurs aptitudes et leur âge, sont aussi utiles à la sécurité qu'au rendement. La stabilité dans un même emploi et un même chantier est une grande garantie. Il faut surtout apprendre à l'ouvrier à se protéger lui-même. Cette éducation se fait par des mots d'ordre, la distribution de tracts, d'affiches illustrées, de courtes notices, d'un journal de la mine et par des conférences. Dans ce domaine, on rencontre beaucoup de difficultés parce qu'on s'adresse à des hommes faits, plus ou moins sceptiques ou indifférents, qu'on se heurte aussi à l'esprit d'opposition et au mépris du danger.

La lutte contre les poussières et la silicose est une des tâches les plus importantes du service de sécurité. Rentrent encore dans ses attributions le sauvetage, les premiers soins aux blessés, la réadaptation au travail des convalescents.

Le chef du service doit faire des inspections personnelles, mais ne doit pas s'égarer dans les menus détails; son rôle est de diriger et de coordonner. Un plan d'ensemble est indispensable, mais il ne faut pas s'y tenir trop strictement ni reculer devant les adaptations suggérées par la pratique.

4. La normalisation du costume du mineur fait l'objet d'un second rapport du même auteur. Un Comité spécial composé de mineurs et de représentants de diverses industries a été créé en 1950 et s'est occupé des pièces d'habillement conçues pour protéger le mineur contre les accidents

du travail. Voici quelques conclusions intéressantes.

Les ceintures de sûreté, obligatoires pour les hommes exposés à des chutes, ne doivent pas gêner la respiration; elles seront supportées par des bretelles; elles devront supporter une charge d'épreuve par traction de 1 000 kg. Le cuir de bœuf est actuellement le meilleur de tous les matériaux.

Les chaussures de cuir peuvent recevoir une garniture très élastique en celluloïde, qui protège les orteils, le tarse et la cheville sans gêner la marche. Pour les bottes en caoutchouc, on a mis au point un programme d'essais statiques et dynamiques et fixé des limites à la résistance et à la compressibilité.

Le casque en cuir renforcé par une nervure (crête de coq) s'est avéré le meilleur. Rempli d'une matière plastique et soumis à une charge de 75 kg, il doit présenter moins de 30 mm de compression. La limite de contraction par l'humidité est fixée à 2,5 %.

D'autres dispositions concernent les gants, tabliers, courroies, genouillères, lunettes, brancards, bandes de pansement.

5. Epreuves psychologiques d'aptitude par W. Stöwe (Bochum).

Les tests d'aptitude varient suivant les catégories de métier; le personnel des mines est tellement nombreux qu'il faut réserver ces tests aux emplois qui entraînent le plus de responsabilité. Ordinairement, les exploitants procèdent à l'examen des candidats porions, mécaniciens d'extraction et de locomotives. Le Centre d'Etudes créé à Bochum ne s'occupe que de cas particuliers qui exigent un examen sévère et spécialement des machinistes d'extraction ou de treuils servant à la translation des ouvriers. Un plan général a été établi après de longues expériences; il comporte des mesures physiques: ouïe, vue, force musculaire (celle-ci comme indice d'endurance, les machines modernes n'exigeant pas grand effort), ensuite une épreuve théorique consistant principalement en exercices de raisonnement, une épreuve pratique (démontage et remontage d'un mécanisme), attention soutenue, rapidité des réflexes. L'examineur doit baser son avis, non seulement sur le nombre de fautes au cours des exercices, mais sur ses observations symptomatiques (concernant l'attitude personnelle, les gestes, la méthode de travail, l'émotivité du candidat). Le candidat doit se présenter en bonne santé, reposé et exempt de tracasseries personnelles. Des détails sont donnés sur chaque genre de tests. Le certificat se borne à dire que l'intéressé est ou n'est pas apte à l'emploi. En trois ans, on a examiné 700 candidats machinistes d'extraction; le nombre des refusés est tombé de 26 à 12 %, ce qui montre l'influence du triage préalable fait à la mine. Les conducteurs de treuils sont en petit nombre et les résultats sont moins bons. L'Administration des Mines de Bochum a rendu l'examen obligatoire.

6. Statistique des accidents dans la Ruhr. Sa valeur pratique, par R. Walloch (Essen).

La nouvelle statistique adoptée depuis 1945 répartit les accidents en mortels, graves (invalidité de plus de 8 semaines), peu graves (4 à 8 semaines), légers (4 jours à 4 semaines). Les variations mensuelles sont peu importantes. La proportion d'accidents mortels et graves reste constante; celle des accidents légers est quatre fois plus grande qu'en 1937, ce qui est attribué à l'embauchage de nouveaux ouvriers et à leurs imprudences. La réforme des indemnités en 1948 a eu pour effet immédiat une diminution du nombre de ces accidents. Le rapport indique les jeux d'écriture, la classification générale des accidents, d'abord par chantiers (préparatoires, tailles, transport) et ensuite par causes (éboulements, machines, etc.), les formalités d'ordre administratif. Cette nouvelle méthode fournit aux exploitants une meilleure analyse de leurs risques et, pour les études d'ensemble, une meilleure base de comparaison.

7. Le climat de la mine et sa mesure, par E. Linsel (Bochum).

Des études ont été entreprises depuis 1951 par la Caisse des Charbonnages de la Ruhr en collaboration avec l'Institut de Physiologie de Heidelberg. L'objectif est de définir pratiquement le climat par une formule qui ne nécessite ni de trop nombreuses mesures avec des instruments plus ou moins fragiles, ni des calculs trop compliqués. Des observations dans une chambre à la surface sont aussi nécessaires que celles au fond. La température effective adoptée par les Américains est le critérium le plus satisfaisant. On a fait des observations dans les mines de potasse et les mines métalliques. L'auteur a imaginé un instrument qui donne directement et rapidement l'indice du climat. Il se compose d'une sphère creuse en cuivre de 0,2 mm d'épaisseur, sur laquelle est enroulé un fil de nickel isolé, le tout est enveloppé d'une mousseline noire trempée dans l'eau. Une pile fournit un courant de 4,5 V et de 22 mA. La variation de résistance est fonction de la température qui s'inscrit sur un diagramme avec la précision du dixième de degré.

8. Le dégagement du grisou et ses dangers, par K. Patteisky (Bochum).

Le dégagement du grisou dépend d'abord du degré d'évolution de la carbonisation, ainsi que des conditions de profondeur et de tectonique. La mesure du dégagement s'exprime en m³ de CH₄ par tonne abattue de la première couche de chaque groupe: elle sert à tracer les courbes de niveau grisométriques d'un bassin houiller. La même unité sert à mesurer le pouvoir adsorbant des charbons sous des pressions qui peuvent atteindre 120 atm avant saturation. Le gaz est retenu dans les colloïdes du charbon: il est libéré par détente et surtout par la fissuration consécutive aux mou-

vements des terrains. Le dégagement provient de la couche et des veinettes voisines au toit et au mur. Dans les galeries en ferme, la zone d'influence est faible, le dégagement se fait sous forte pression et est indépendant de la ventilation et de la pression atmosphérique. Dans les chantiers d'exploitation, une partie du gaz entre directement dans le courant d'air, une autre partie plus considérable y arrive par le détour des fissures du terrain. Dans celles-ci, les pressions ne se mesurent plus en atmosphère, mais en millimètres d'eau. Il est donc naturel que le dégagement soit influencé par la ventilation et la pression atmosphérique. Le danger d'explosion n'est pas dans la nature grisouteuse du gisement, mais dans le dégagement anormal et imprévu (soufflards, fissuration excessive par réaction de travaux voisins, piliers résiduels). Le réseau très compliqué des fissures constitue un réservoir dont l'orifice varie et peut prendre une largeur dangereuse. Cette thèse est appuyée d'une série d'exemples.

9. Captage du grisou, par P. Schulz (Essen).

Le captage du grisou a un double but: assainir les chantiers et utiliser comme combustible le gaz à haute teneur en CH₄. Pour diluer 1 m³ de méthane dans 100 m³ d'air, on dépense dans la Ruhr 20 DM par jour en force motrice. Pour capter 1 m³ de CH₄ par minute, on dépense 43 DM, mais on en retire 86 DM par jour en calories. La nécessité du captage devient plus impérieuse dans les chantiers mécanisés. Si l'on triple la vitesse d'avancement, on augmente la zone des dégagements et on ne peut augmenter le débit d'air dans la même proportion, entre autres à cause des poussières. Le captage peut absorber 1/3 du dégagement total et être d'un grand secours. Le champ d'application de la méthode dans la Ruhr se trouve dans le faisceau Sonnenschein-Dickebank, dans les mines qui extraient au moins 400 t par jour et où le dégagement atteint 20 m³ CH₄/t. La position la plus avantageuse des sondages est au toit de la couche, à l'extrémité de la voie d'aérage. Des sondages à la voie de fond sont également efficaces et plus aisés. L'auteur préconise, en outre, un troisième sondage en un point intermédiaire, c'est celui qui fournit le plus fort débit (exemple respectivement 31, 60 et 120 m³ par m²). Des données statistiques terminent ce rapport.

10. Quatre ans de dégazage en Sarre, par V. Vidal (Sarre).

Dans les mines de la Sarre, on extrait actuellement 156 000 m³ de CH₄ par jour en provenance de 17 chantiers. Cinquante pour cent sont obtenus par la méthode de Hirschbach, qui consiste à pousser des galeries de dégazage en ferme dans une veine au toit. Cette méthode se recommande avec le défilage en retour et en présence de conglomérat au toit. Le coût n'est pas plus élevé que celui des sondages. Cette méthode se complète par des sondages en toit et en mur. Les sondages en veine sont peu coûteux, mais peu productifs. La

distance entre la couche exploitée et celle de dégazage doit être de 20 à 30 m. La situation la plus avantageuse des trous de sonde se trouve entre la galerie de tête et le milieu de la taille. Le débit de gaz est accru par aspiration dans la galerie de captage ou par surpression dans le chantier. On a constaté des migrations de gaz jusqu'à 100 m de distance; elles sont en relation avec le conglomérat, les failles et les vieux travaux.

On estime que la production atteindra 200 000 mètres cube de CH₄ équivalant à 500 000 m³ de gaz de cokerie. L'avantage économique pas toujours très précis, est incontestable, mais c'est surtout la plus grande sécurité et le meilleur rendement qu'il faut considérer. Il en résulte des économies notables dans le domaine de l'aérage (dépenses d'énergie, établissement et entretien du réseau de galeries). Enfin, l'étude du dégazage apporte une contribution à celle des mouvements de terrains.

11. Recherches au chantier sur l'efficacité des moyens actuels employés pour combattre les explosions de grisou, par H. Schultze-Rhonhof (Hagen).

Après un rappel des prescriptions relatives à la schistification, l'auteur fait remarquer que les essais en galerie, très appropriés à des comparaisons, ne répondent cependant pas à la situation réelle dans la mine, parce que dans celle-ci on n'a pas affaire à des mélanges uniformes de stérile et de charbon, mais à des alternances en proportion variable des deux éléments. Des essais ont été faits à Hibernia dans un travers-banc de 300 m de longueur, aéré normalement par un montage; ils ont montré qu'une schistification à 50 % n'arrête pas la flamme d'une explosion provoquée, soit par le grisou, soit par une cartouche de dynamite; même à 66 %, il y a encore propagation, mais lente et sans effets mécaniques violents, ce qui rend illusoire la protection par les arrêts-barrages. La schistification par aspersion de poussières pourrait être remplacée par des arrêts-barrages légers et très nombreux, placés aux endroits particulièrement poussiéreux, et après ceux-ci viendrait la zone schistifiée à l'ordinaire. Ces barrages sont composés de supports d'une seule planche de 34 cm, facilement culbutable. En Ruhr et en Sarre, les ouvriers qui font les serrements en cas d'incendie dans les chantiers grisouteux, sont protégés contre une flambée ou une explosion par des arrêts-barrages élevés rapidement, espèces d'étagères chargées de poussières et barrant toute la section de la galerie. Des arrêts-barrages d'eau alternant avec les arrêts-barrages à poussières sont en usage dans les mines de lignite en Autriche.

Dans un essai outrancier dans une mine abandonnée, avec gisement de grisou à 9,5 % sur 300 m de longueur, l'explosion extrêmement violente a culbuté l'arrêt-barrage réglementaire sans éteindre la flamme, mais celle-ci s'est arrêtée 30 m plus loin.

Pour remplacer la schistification, on peut consolider les poussières par des solutions salines.

Des essais dans une galerie, recouverte d'une croûte de sel et de charbon à 50 %, ont donné des résultats très satisfaisants. Malheureusement, le procédé n'est pratiquement réalisable que dans des conditions climatiques déterminées, 80 % d'humidité dans l'air au maximum, et des recherches dans cette voie doivent être poursuivies. Les brouillards d'eau à front et au moment du minage sont très recommandables et bien vus du personnel ouvrier.

12. Cinématographies des coups de mine au service de la sécurité du minage, par H. Schultze-Rhonhof (Hagen).

Difficultés à vaincre. Reproduction des vues successives dans un temps de 50 ms. La flamme des explosifs antigrisouteux ne dure que 1 à 2 ms. Les fumées exigent un certain temps pour s'étaler. Une autre prise de vues montre le processus de l'explosion de deux mines distantes de 50 cm, amorcées avec un retard de 34 ms. Quand la deuxième mine éclate, la roche n'est pas encore disloquée par la première. Ces essais sont encourageants comme moyens d'investigation.

13. Recherches sur la sécurité du tir avec détonateurs à retard, par J. Fripiat (Paturages).

L'auteur rappelle quelques accidents dus au minage simultané, même avec des explosifs gainés. Il relate ensuite les recherches avec gaine renforcée au bicarbonate de soude (poids minima 110 à 140 g). Ces cartouches, détonant dans un bloc rainuré en charge de 1 500 g, n'allument pas le grisou.

Les tirs au rocher ont été exécutés dans une galerie en direction, dans des bancs de poudingue houiller inclinés à 45°, et dans des conditions diverses de charges et d'amorçage. Sur 226 tirs, on a constaté 9 inflammations, toutes avec des charges non gainées et amputées, et avec des écarts supérieurs à 75 ms.

14. Recherches sur le soutènement, par K. Klingner.

Ce rapport traite du danger d'incendie des boisages. Le danger peut être notablement diminué par le choix des essences de bois, l'imprégnation de substances ignifuges. L'aspersion d'eau salée faite dans le but de dépoussiérer est aussi efficace contre l'incendie et réduit considérablement la température dans les galeries en feu. Diverses solutions salines sont sur le marché pour la préservation des bois contre la pourriture. Des observations dans la mine font voir que l'apparition de champignons est assez capricieuse. Cela tient à l'humidité et aux défauts des bois. Les dérivés du goudron peuvent occasionner des lésions corporelles et ils augmentent fortement le risque d'incendie. Le dégagement de CO est quatre fois plus fort qu'avec le bois naturel et la température dans les galeries en feu est de 250°C plus élevée. Les amas de fascines sur les planchers de protection dans

les puits en creusement peuvent être remplacés par des amortisseurs de chocs incombustibles, tels que laitier granulé (13/40 mm) alternant avec de vieux câbles métalliques.

Les bèles en métal léger brûlent à partir de 500°C et fondent à 900°C. Les planchettes entre les voussoirs de béton brûlent après 10 minutes dans une température de 800°C. Le béton de bois employé à cause de sa légèreté est incombustible. A dimensions égales, les palplanches et les dalles de garnissage ont la même résistance à la flexion que le bois. Les poutrelles arquées ont une résistance double. Les fers de rebut sont un garnissage incombustible. Les étançons métalliques ne donnent des étincelles susceptibles d'allumer le grisou que lors de coulissements d'au moins 20 cm à la vitesse de 30-70 mm/min, ce qu'on n'a encore jamais observé en pratique.

15. Le tir des mines à l'abri de barrages protecteurs, par Hugo (Scarrebrück).

Ce système introduit en 1942 a pour but de parer aux déficiences des explosifs antigrisouteux; il ne s'applique qu'aux percements de galeries et de puits. La voie d'accès est fermée par trois serremments espacés et munis de portes en fer étroites. Le tir a lieu en une seule volée. Ces serremments ont toujours bien résisté aux explosions, mais on a eu des incendies de charbon. Les serremments sont alors fermés jusqu'à extinction.

17. Les incendies dans les mines de lignite et l'inflammation spontanée du charbon, par A. Sovinz (Graz).

Les incendies sont fréquents dans les mines de Styrie; de 1940 à 1950, ils ont causé douze accidents mortels par brûlures ou asphyxies. Dans l'ensemble, la lutte contre ce fléau absorbe annuellement 10 000 à 15 000 journées en travaux de barrages et surtout d'embouage. Ces incendies se déclarent très rapidement et notamment dans les traçages au voisinage de failles. L'inflammabilité de lignite est beaucoup plus grande que celle de la houille. Le rapport rappelle les très nombreux travaux des chimistes sur l'oxydation des charbons et les divers modes de classification basés sur les températures, les vitesses de réaction, le temps de l'apparition du CO₂ et du CO, le rôle des pyrites et les différents constituants.

Les mesures de précaution consistent d'abord en une attaque rapide et la méthode des tranches en travers est la meilleure. Les piliers réservés doivent être très largement mesurés. Le traçage au mur est souvent obligatoire; un courant d'air rapide et desséchant, le gunitage, l'isolement des voies hors service, tout ce qui empêche l'oxydation ou enlève de la chaleur a fait l'objet d'observations. Les moyens d'extinction sont les mêmes que dans les houillères.

Au début, les fumées sont beaucoup plus abondantes et explosibles; le système de ventilation doit être tel qu'elles ne puissent envahir d'autres quartiers. Les stations de sauvetage sont main-

tenant plus nombreuses et beaucoup mieux équipées qu'en 1949.

17. Problèmes actuels de la protection contre les gaz, par C.-V. Hoff (Essen).

Le premier objectif est d'augmenter la durée d'utilisation des appareils respiratoires par une plus grande capacité des réservoirs d'oxygène, meilleure absorption du CO₂, réglage de la dépense adaptée aux besoins du porteur. Les appareils Dräger B.G. 400 et Auer M.I. ont été essayés avec succès pendant 5 à 7 heures.

Le second problème est celui des masques anti-gaz pour tout le personnel. Il n'est pas encore résolu. On se contente des filtres à poussières et à CO. Les modèles 1951, d'une durée de 60 min, ont été introduits dans dix charbonnages de la Ruhr et 20 000 sont en commande. La distribution et le contrôle se font dans un local spécial à la surface, entre le puits et le lavoir. Des dépôts de huit à dix appareils peuvent être établis au fond, à des endroits rapidement accessibles en cas d'alerte.

18. L'occupation des sauveteurs aux températures extrêmes, par F. Hollmann (Lübeck).

Après une étude détaillée des conditions dans lesquelles se produit le coup de chaleur, l'auteur estime qu'on peut apprécier le degré de danger par la température au thermomètre mouillé. Les aptitudes individuelles sont très différentes et il faut opérer une sélection sévère du personnel des équipes de sauvetage. Les porteurs de masque à oxygène sont moins exposés que les hommes respirant librement, mais seulement pendant la période où l'appareil reste froid. Il faut rédiger et afficher des consignes concernant les précautions de tout ordre avant, pendant et après le travail, et notamment :

Atm = 30°C	: Pas de danger.
30 à 32°C	: Attention - Lentement - Pauses.
30 à 34°C	: Danger - Marchez lentement - Durée max. : 1 heure.
34°C	: Retraite : lente.

II. — SOUTÈNEMENT.

Discours d'ouverture

par M. le Président C. Hochstetter (Vienne).
Après ses compliments de bienvenue aux participants, Monsieur le Président donne un aperçu des principaux points à l'ordre du jour.

1. Unification nationale et internationale des concepts de la théorie des pressions de terrains et des propriétés des étançons en acier, par F. Spruth (Herne).

Les diverses acceptions d'un même terme et la multiplicité de termes pour exprimer une même chose introduisent de la confusion d'abord dans

un même langage, mais surtout dans les traductions en langue étrangère. L'auteur cite une série d'exemples se rapportant à la voûte de pression, la pression de culée ou surpression, la fissuration préalable (ce qui, soit dit en passant, est un barbarisme) et le clivage provoqué, zone de Trompeter, onde de pression, terrains pulvérulents, charge initiale, charge portante, etc.

Après échange de vues, le Président a émis le vœu que la question soit examinée dans tous les pays.

2. La sécurité au chantier sous le point de vue des conditions du terrain, par F. Schmid (Dortmund).

La sécurité n'est pas toujours conciliable avec le meilleur rendement; par exemple, si l'on oriente les fronts de taille parallèlement au clivage, les cassures du toit seront aussi parallèles au front et le risque d'éboulement augmente. C'est pourquoi on donne au front une direction faisant un angle de 15 à 25° avec celle du clivage. D'autre part, cette orientation ne doit pas coïncider avec celle de failles ou cassures tectoniques. Cet exemple montre la nécessité de bien connaître les conditions du gisement, aucune théorie ne dispense de l'observation directe et constante. Il y a des couches faciles et d'autres très difficiles où un léger écart dans la disposition des fronts ou dans les règles du soutènement peut amener un éboulement. Les points suivants sont spécialement à examiner :

- 1) Nature des bancs du toit, plastique ou élastique (calage d'étançons).
- 2) Epaisseur des bancs et raideur à la flexion (première poussée et foudroyage) (charge périodique).
- 3) A quelle hauteur se trouve le toit pesant: par exemple, les gros bancs de grès?

Un bas-toit de schiste d'épaisseur variable de 0 à plusieurs mètres sous un gros banc de grès change continuellement les conditions du foudroyage et les intervalles entre les coups de charge. Il faut une épaisseur de bancs égale à 2,5 ou 3 fois l'ouverture de la veine pour que les éboulis supportent effectivement le haut-toit.

- 4) Y a-t-il des limets ou des surfaces de joint polies dans le bas-toit? (cloches et éboulements étendus, souvent meurtriers).
- 5) Comment apprécier la sécurité apportée par le remblai?

Le remblai pneumatique est décevant, surtout en veine puissante. Sous les hauts-toits pesants, le remblai équivaut à une plus forte épaisseur du bas-toit.

Les toits changent de nature dans l'espace, par exemple dans la Ruhr à des distances de 200 m. Pour se prémunir contre les surprises, il faut faire des sondages au tube carottier.

L'auteur étudie ensuite des cas typiques d'éboulement en dressant. Il conclut que : 1°) ces accidents ne sont pas dus à la faiblesse des soutène-

ments, mais à leur glissement suivant la pente, 2°) ils débutent dans la voie de fond et s'étendent de bas en haut, 3°) presque toujours, il y a des joints lisses dans les bancs du bossement, 4°) les fronts obliques pivotent au début et se mettent dans la direction des cassures principales, 5°) la zone dangereuse commence à une certaine distance (30 à 35 m) du montage de départ.

3. **Principes et buts des soutènements modernes en galeries expliqués par des exemples pratiques,** par V. Ritter (Essen).

Les cadres métalliques sont de plus en plus employés dans la Ruhr et on peut estimer leur développement à 3 020 km de galeries, ce qui veut dire 3 millions de cadres et 600 000 t d'acier. Les dépenses de bois ont diminué de 20 % par rapport à 1949 pour le plus grand bien de la conservation des forêts et de la balance des importations. La brique et le béton sont peu employés et il n'y a plus que 2,9 % de galeries nues. Les salaires d'entretien des galeries n'ont guère varié de 1950 à 1951, mais la production s'est accrue de 5,6 %.

En principe, l'expérience actuelle conduit aux conclusions suivantes :

- 1) Le soutènement doit être, non seulement articulé, mais susceptible de céder à la pression, et par conséquent facile à entretenir. Cette dernière condition est la plus importante, comme le prouvent les bons résultats des piliers de bois.
- 2) On tend à employer des aciers à haute résistance. Il faut procéder par étapes et en tenant compte des suggestions résultant de cette nouvelle expérience.
- 3) La normalisation de l'acier pour mines a été étudiée par les sidérurgistes. L'acier D.I.N. 21540 de 1951 n'a pas soulevé d'objections. Le traitement thermique lors du redressement est indispensable pour les aciers à 50-70 kg/mm² de résistance.
- 4) La forme la plus avantageuse du profil est à déterminer suivant les circonstances locales. En plateure, les charges agissent dans le plan de la section, mais sont irrégulièrement réparties. En dressant, il existe en plus une torsion des cadres qui n'est pas toujours bien expliquée, et il faut chercher la section de galerie qui gêne le moins la circulation lors de la déformation. On ne peut dire, a priori, s'il vaut mieux établir une grande section encore utilisable après déformation ou un revêtement plus déformable exigeant un recarrage après un certain temps.

Les mesures de pression sont courantes dans six charbonnages de la Ruhr. Elles montrent que, le plus souvent, les dégâts sont dus à un mauvais remplissage au toit. Des observations faites à intervalles le long d'une galerie semblent confirmer l'existence de pressions ondulatoires, notamment en dressant.

4. **Soutènement des tailles en métal léger,** par W. Hövels (Gelsenkirchen).

Les alliages d'Al ont une résistance de 36 à 50 kg/mm² et permettent une réduction de poids de 50 à 66 % par rapport à l'acier. Depuis 1949, le prix de l'aluminium a augmenté de 72 % et celui de l'acier, de 45 %, ce qui a freiné le développement du soutènement en métal léger. Tous les étançons en service se sont bien comportés. L'avantage du métal léger consiste d'abord dans la réduction des salaires de pose et de reprise, très sensible dans les dressants et dans les grandes ouvertures (2 m). L'économie est de 30 DM par étançon et par an, et il faut y ajouter le meilleur rendement de l'abatteur. Il y a moins de pertes au chantier, la couleur claire du métal attirant l'attention et les pièces de rebut ont encore une valeur de 40 DM. La corrosion dans les mines humides atteint plus fortement les alliages de cuivre que ceux d'Al, Zn, Mg. — Description de quelques types.

5. **Comment se comporte le terrain au-dessus d'un chantier d'exploitation,** par A. Walker (Newcastle).

L'auteur rapporte les observations faites dans huit cas particuliers dans les mines de Grande-Bretagne.

- 1) Dans les traçages en échiquier, les galeries de 4 à 5 m se maintiennent beaucoup mieux dans les « walls » parallèles à la direction générale des cassures que dans les galeries perpendiculaires ou bords. La différence est très sensible dans les mines profondes à partir de 300 m. Des mesures dynamométriques dans les galeries boisées montrent que la pression n'augmente pas comme la profondeur et varie très fort d'un cadre à l'autre. A 120 m, P va de 1,3 à 2,3 t. A 340 m, de 2,2 à 9,2 t. A 550 m, de 1,2 à 4,1 t. Il est essentiel que l'étançon se déforme ou s'enfoncé dans le mur pour suivre le décollement des bancs du toit. Un étançon rigide en fer prend 25 t de charge, posé directement sur le mur, et 52 t avec plaque d'appui de 21 cm de côté.
- 2) Dans les longues tailles, une voûte de pression principale prend appui sur le ferme et en arrière sur le remblai, à une distance qui varie avec la profondeur entre 12 m pour H = 120 m et 36 m pour H = 660 m. Dans le sens perpendiculaire, une voûte prend appui sur le ferme de la voie principale, mais elle donne lieu à des pressions beaucoup moindres que la première. Les mesures de pression en taille montrent que la pression à front n'est pas en relation avec la profondeur. Des sondages verticaux permettent d'observer les décollements par flexion des bancs du toit. L'avancement de la taille referme certains et en ouvre de nouveaux.

Les essais de pression ont été faits dans cinq tailles boisées différemment et toutes avec piliers

de bois suivant la ligne de foudroyage, à 180 m et à 480 m de profondeur. On a employé quatre ou cinq étançons dynamométriques Dowty par chantier et fait des lectures toutes les deux heures. Les diagrammes cités montrent que la pression monte pendant une douzaine d'heures et ensuite présente des variations en fonction des circonstances du cycle des opérations. Les charges n'ont pas dépassé 20 à 25 t, la moyenne est de 13 t.

Le comportement des étançons dépend de la nature du mur. Les résistances à la compression du schiste des murs de 18 tailles varient dans le rapport de 1 à 12. La différence de compressibilité, relevée dans une même taille, fait que les pressions sur les étançons varient dans le rapport 1:7,5. Comme un affaissement uniforme du toit est essentiel, il faut employer des plaques d'appui.

Il reste à étudier le régime des pressions dans des chantiers voisins susceptibles de s'influencer mutuellement, l'emploi d'éstançons plus forts, la suppression éventuelle des épis de remblai.

Dans la discussion, W. Carter a signalé qu'on remédie à la compressibilité du mur par les piles de bois ou certains artifices comme deux étançons hydrauliques rapprochés et portant sur une même semelle.

6. **Soutènement en tailles et en galeries dans les houillères belges,** par J. Venter et P. Stassen (Liège).

Après un rappel des points discutés lors de la Conférence Internationale de Liège en 1951, les auteurs examinent le soutènement temporaire et le soutènement durable. Les étançons métalliques pour le soutènement en taille sont conformes aux règles adoptées en Allemagne. Les murs des veines sont compressibles et exigent des plaques d'appui. Les plaques soudées paraissent convenir. La tendance est plutôt vers une plus forte densité d'éstançons que vers l'emploi d'éstançons plus forts, mais difficiles à réaliser. L'emploi des bèles articulées se généralise; il y en a une multitude de modèles différents. Dans les tailles à rabot et bèles en porte-à-faux, on doit placer les étançons très rapidement. Dans les tailles à haveuses ou au marteau, vu la nature du toit, on préfère les allées courtes de 0,80 m à 1 m.

Les méthodes les plus employées sont le foudroyage intégral ou le remblayage; celui-ci dans les veines à haut toit dangereux et dans les dressants.

Le soutènement des galeries donne plus d'ennuis que le soutènement en tailles. Les voussoirs en béton avec intercalation de planchettes restent de règle dans toutes les voies principales en Campine. On donne au béton une résistance de 700 à 800 kg/cm². Les voies en veine reçoivent des cadres articulés ou Moll. Le boulonnage du toit a été essayé dans quelques cas particuliers, notamment afin d'empêcher le soufflage du mur.

Les éboulements en taille donnent parfois lieu à des coups d'eau. Les failles mettent le Houiller en communication avec les sables aquifères des morts-terrains et il en résulte un fort accroisse-

ment des pressions de terrain. On se prémunit contre les coups d'eau par des sondages dans le toit, le remblayage et l'exploitation des veines dans l'ordre descendant.

7. **Amélioration du soutènement des tailles et des galeries dans les mines du Nord et du Pas-de-Calais,** par M. Tramblay (Douai) et M. Verdet (Bruay).

La tendance actuelle est de généraliser le soutènement métallique, rigide en bon terrain, déformable, du type TH, en cas de poussées. Où le mur souffle, on a eu de bons résultats en reliant les pieds des cadres TH par une traverse en fer, qui peut être placée au début, ou plus tard; elle est assemblée par boulons et s'enlève facilement s'il faut faire un recarrage. M. Verdet examine spécialement le boulonnage du toit en travers-bancs et en galeries d'exploitation. Dans les galeries en creusement destinées à être bétonnées, sept boulons en éventail suppriment les revêtements provisoires, ce qui fait gagner du temps. Dans les galeries en veines d'un chantier en retour, le résultat a été négatif. A l'avancement, la voie poussée à 10 m en avant du front de taille, avec trois boulons tous les mètres, s'est parfaitement comportée et tenait encore plusieurs mois après l'abandon du panneau. Des essais d'arrachement ont été faits pour déterminer la résistance de l'ancrage. Une presse hydraulique, exerçant des tractions jusqu'à 20 t, produit des allongements et glissements se totalisant par 57 mm en terrain de schiste compact. Les diagrammes permettent la comparaison de divers types d'ancrages. La méthode doit être réservée aux terrains non encore influencés; le type et la longueur des boulons, appropriés à la nature des bancs.

M. Tramblay parle du soutènement en taille. On a d'abord fait des applications en grand, peut-être trop, des étançons rigides, mais ceux-ci ne laissent pas assez de détente au terrain ou s'enfoncent dans le mur. Les étançons coulissants doivent avoir une caractéristique droite, très raide, par exemple 25 mm pour 50 t. Les étançons hydrauliques actuels sont trop faibles; les étançons Gerlach 50 et 47, Schwarz universel, Schmidt, Uerdingen, conviennent plus ou moins suivant les cas. Ils dépendent tous du frottement et les résultats des observations sont assez dispersés.

Avec toit cassant, on emploie les piles de bois ou de rails placés sur un effondreur. A Liévin, on a essayé les piles « Cométal » dans une veine de 2,50 m, avec toit de schiste surmonté de grès à 15 m de hauteur. Ces piles alternent avec des étançons Gerlach; l'enfoncement des étançons dans le mur est réduit de 1 m à 0,50 m et il y a beaucoup moins de cassures du toit parallèles au front, mais la tension de calage et la résistance sont insuffisantes. Un autre essai a été fait avec « Mécopiles », placées à intervalles de 1,80 m, dans une couche de 1,40 m avec faux mur. On a eu deux coups de toit, les piles ont bien tenu: elles permettent l'emploi de bèles en porte-à-faux de plus grande longueur: il reste cependant une

forte fissuration du toit et des chutes de pierres. On doit chercher à renforcer la tension initiale des piles; on espère y arriver par intercalation de coins coulissants entre les deux parties; la tension serait fournie par une presse hydraulique de 10 à 20 t. Ces piles remplacent six à huit étaçons, délimitent la ligne de foudroyage et aident certainement au contrôle du toit.

8. **Résultats de recherches récentes sur les étaçons de différents chantiers**, par O. Kuhn (Essen).

L'article a paru dans le Glückauf n° 25-26 de 1952. Des mesures manométriques ont été faites méthodiquement dans divers chantiers pour enregistrer les déformations en fonction du temps. Cette documentation d'ensemble est très difficile à démêler. Les mouvements de terrain dans les tailles avec foudroyage sont les plus forts pendant l'abatage, ils diminuent lors du déboisement et s'arrêtent le dimanche. Des observations du même genre manquent dans les tailles remblayées. En ce qui concerne la nature du toit, les diagrammes ont une allure beaucoup plus paisible en schiste qu'en grès ou psammites, mais cela n'a aucune influence sur la convergence. En ce qui concerne les étaçons, la condition primordiale c'est qu'ils atteignent très vite la charge appropriée au terrain.

9. **Nouveaux résultats des mesures dans les voies et dans les puits**, par H. Wöhlbier (Claustral).

Pour exprimer les phénomènes en nombres concrets, on peut recourir à des nivellements ou à des mesurages par voie mécanique, électrique, mesures au terrain ou essais sur modèles. Les observations dans les tailles avec foudroyage font ressortir que la charge sur les étaçons n'est pas maximum suivant la ligne de foudroyage, mais vers les deux tiers de l'intervalle entre celle-ci et le front. La variation dans cet intervalle n'obéit à aucune loi précise. Les interruptions dans l'abatage amènent des irrégularités, le cycle de 24 h est meilleur que celui de 48 heures. Dans les tailles remblayées, les observations ont été faites dans vingt-cinq mines, mais il y a très peu de cas vraiment comparables. On a cherché à éliminer les influences locales. L'auteur présente des diagrammes comparatifs obtenus :

- a) En divisant une longue taille en deux parties, l'une en foudroyage, l'autre en remblai partiel. Il y a des pointes de pression dans les intervalles entre deux épis.
- b) Une taille a été remblayée dans le haut avec de gros éléments, dans le bas avec des éléments plus menus en grande partie pelletés. Ici, les mouvements du toit sont plus agités. Les différences s'atténuent lorsqu'on passe d'un soutènement demi-rigide à un autre plus souple.
- c) On a comparé deux tailles marchant en parallèle l'une en foudroyage, l'autre en rem-

blai pneumatique. Le contrôle du toit a été beaucoup plus facile dans la seconde.

d) Comparaison de divers modes de soutènement dans une même taille. L'auteur rappelle les discussions relatives à la diminution des coefficients de frottement par l'usage. Les étaçons hydrauliques sont encore d'emploi restreint. On leur reproche un retard à la fermeture de la soupape, un écoulement trop lent lors de la reprise, tendance au flambement, défaut d'étanchéité, moins d'adaptation en hauteur qu'aux étaçons purement métalliques.

L'auteur a fait construire une boîte manométrique adaptable à l'écrou des boulons d'ancrage.

Le soutènement en galerie a été exploré par Rothfuchs qui a cherché par des mesurages à établir la variation de charge en fonction de la distance au front, les pressions dans les traçages en ferme pour comparer la méthode directe et le défilage en retour, l'influence du remblai, l'influence mutuelle de chantiers agissant dans une même zone, et enfin, les différences entre les étaçons de nature diverse.

Conclusions :

1) La pression dans les voies d'un chantier en marche est irrégulière, aussi bien en avant qu'en arrière du front.

2) La pression se déplace suivant une ligne sinueuse, ayant des pointes à intervalles de 30 à 50 m, dépendant de la solidité du toit, par conséquent variable, et l'on ne peut pas parler d'une sinusoïde mathématique.

3) La pression augmente continuellement à mesure de l'avancement.

4) Elle varie avec la nature du soutènement. Quelques diagrammes font voir les variations d'allure dans une voie en ferme en avant du front, dans une voie de roulage entre deux remblais, dans une voie de tête longeant le massif. La pression dans la voie en avant de la taille est très faible; elle atteint 18 t quand le front est proche de l'étaçon manométrique, puis elle retombe. Quand deux tailles marchent en parallèle, il faut réduire le décalage le plus possible.

Un revêtement assez déformable avec étaçons Schwarz ou Gerlach donne naissance à un diagramme beaucoup plus régulier, avec pointes moins prononcées, que les soutènements plus rigides en bois ou en fer avec assemblage élastique du chapeau.

Enfin, l'auteur préconise des mesures de pression dans les puits et donne le schéma d'un dispositif qui vient d'être appliqué dans une mine de sel à 850 m de profondeur.

Discussion.

Le Professeur Fleischer réitère ses réserves au sujet de l'expression « onde de Weber ». Une onde évoque l'idée d'un mouvement oscillatoire. Du point de vue mécanique, les variations constatées s'expliquent par la flexion des banes du haut-toit encastrés au-dessus du ferme. Une haute ou

une basse pression signifie un long ou un court bras de levier du porte-à-faux (*).

10. **Application des théories aux exploitations de lignite par piliers longs ou par tailles avec foudroyage**, par O. Schütte (Grossalmerode).

L'aménagement général se fait par panneaux de 100 à 120 m, découpés ensuite en piliers longs de 20 m de côté par des voies de 4 m de largeur. Le défilage se fait en retour par cinq piliers simultanés et quelque peu décalés, ou par tailles droites de 40 m. D'après les expériences, la pression entre le front et les éboulis se répartit comme Spruth l'a exposé pour les mines de houille. Les pressions dépendent avant tout de la nature du toit. Les distances entre les deux sommets de la courbe de pression sont respectivement de 15, 30 et 50 m, suivant que le toit est fait de sables, ou d'alternance de marnes et de sables, ou de marnes stratifiées. La pression est de 4 à 8 t sur les étaçons du front et atteint 20 t à 30 t dans les galeries. On a observé aussi le soufflage du mur et alors une pression latérale sur les soutènements, un accroissement de pression aux approches de failles et de niveaux aquifères. Les étaçons les mieux appropriés sont ceux qui possèdent une longue course (jusqu'à 25 cm) avec caractéristique brisée et montante.

En conclusion, les recherches doivent être poursuivies en vue de passer des piliers courts aux grands fronts, réduire le nombre des galeries et faire des avancements rapides.

11. **L'hydrodynamique et le drainage dans les mines de lignite de l'Europe centrale**, par P. Chlebus (Essen).

La géologie et l'hydrologie de tous ces gisements ont un caractère commun, l'alternance de couches de sables avec des argiles et des marnes, au toit et au mur des dépôts en couches ou amas de lignite. La menace de coups d'eau dans les exploitations souterraines est perpétuelle. Les sables et les graviers ont des compacités très diverses, sous une pression de 225 kg/cm², leur volume se contracte de 13 à 60 %. Lors de la détente, ils foisonnent de 2 à 3 %. Le risque dépend de l'épaisseur de la couverture imperméable entre le toit et le premier niveau aquifère. Au-dessus des chantiers, le terrain s'affaisse jusqu'à la surface dans toute l'étendue d'un cône délimité par l'angle du talus naturel. Les argiles et les marnes fluent et sont cisailées aux limites de la zone, mais ceci avec un certain retard, de sorte que la communication avec les sables aquifères est établie lorsque les chantiers ont largement progressé et sont sortis de la zone dangereuse. La résistance à la flexion des argiles du bassin de la Bohême est de 20 à 25 kg/cm². D'après cela, on peut calculer l'épaisseur de la couverture requise pour la longueur du chantier; elle est de quatorze fois l'ouverture

(*) Cela revient à dire que les mesurages font ressortir les charges périodiques.

exploitée. Si l'on tient compte du foisonnement, cette distance est réduite et elle l'est effectivement en pratique. Une irruption d'eau par le mur a lieu quand la couche imperméable est trop peu épaisse pour résister à la pression hydrostatique du niveau sous-jacent, augmentée de la pression de culée correspondant au vide créé par les travaux. La suppression a pour effet d'augmenter la compacité des sables, ce qui est favorable, mais la détente ultérieure agit en sens inverse. Les piliers et les soutènements sont donc soumis à des pressions variables par périodes.

Le drainage des sables avant l'exploitation se fait par puits (profondeur : 30 à 50 m; espacement : 70 à 150 m ou par sondages filtrants enfoncés de la surface (profondeur : 200 à 250 m; diamètre : 120 mm). Au fond, on peut procéder par sondage au toit et au mur, par galeries de drainage ou par éboulement provoqué.

12. **Le revêtement métallique des galeries dans le lignite de Lavantthal**, par E. Böhm (St. Stefan, Carinthie).

En 1946, aux profondeurs de 300 m, on a commencé par des cadres en fer en section circulaire; de là on est passé aux cadres TH, à écartement de 0,60 m qu'on a dû renforcer par une traverse vu que les murs sont très mauvais. Dans un quartier où le bois ne tenait pas, on a fait des essais comparatifs de cadres circulaires TH et de cadres à profil en cloche de Hagen d'un poids de 18 kg/mc. Ceux-ci s'adaptent plus facilement aux variations des poussées. On donne ensuite des exemples illustrés de divers cas particuliers et on conclut à l'importance économique du soutènement métallique dans ce district minier.

13. **Essais des soutènements dans les lignites alpins**, par K. Gross (Leoben).

Le gisement des lignites luisants se compose de couches en plateure de puissance variable, allant jusqu'à 7 m, avec toit dur et mur tendre. L'exploitation se fait par longues tailles de 120 à 240 m de longueur.

Des essais de pression ont été organisés depuis 1949 en vue de déterminer la meilleure disposition du soutènement et la possibilité du front dégagé. On a mesuré les pressions, la convergence (qui est très forte et exige des étaçons à longue course). Il faut munir les étaçons de plaques d'appui de 700 à 800 cm² si l'on veut empêcher que le toit ne se fissure dans les 24 heures. On emploie des bèles métalliques très larges et appuyées sur le ferme. Dans d'autres essais, on a mesuré séparément le poinçonnement du mur et la course des étaçons en fonction du temps. Les essais ont également porté sur les bèles articulées et les autres. Les articulations des bèles longues sont facilement détruites par torsion ou cisaillement. Dans les tailles avec disposition en T, le toit se comporte beaucoup mieux, ce qui permet une exploitation plus intensive avec haveuses ou rabots.

14. **Le foudroyage en bloc dans les mines de fer de Salzgitter**, par H. Prause (Salzgitter).

Le minerai est une hématite brune du crétacé inférieur, à 30 % de fer et 25 % de silice, en couches plissées. Vu sa faible valeur, il doit être exploité en grande masse et à peu de frais. Le système américain du foudroyage en bloc a été introduit en 1948.

Les blocs ont 30 m dans tous les sens. Le traçage et la sous-cave se font par tailles de 2 m de hauteur, disposées en zigzag. L'expérience a donné lieu à des succès et à des mécomptes. La méthode est facile dans les plateaux et les dressants à 80°-90°, plus difficile en demi-pentes où le foudroyage se propage dans le toit et laisse au mur des prismes triangulaires qu'il faut reprendre par tranches. Par l'emploi des pelles mécaniques et des racleurs, on arrive à un rendement de 15 t par homme/poste et de 1 500 t par bloc/jour.

15. **Le drainage des morts-terrains et les essais d'exploitation souterraine dans les lignites du Rhin**, par J. Janke (Liblar, Cologne).

Les sables aquifères reposent parfois directement sur le gisement de sorte qu'un assèchement avant l'exploitation est indispensable. A la mine Donatus, on fore des sondages par le procédé continu sur un diamètre de 150 mm, ce qui permet des débits de 5 à 7 m³/min; les tubages filtrants devant durer longtemps doivent avoir une forte épaisseur. La verticalité est une condition essentielle et difficile à réaliser en marche courante. On a mis au point un détecteur magnétique qui, installé au jour, renseigne exactement la situation du pied du tube de sondage. Pour éviter l'entraînement de particules solides des sables bouillants, on doit au début modérer le débit des filtres (200 l/min) et le porter petit à petit à la capacité maximum. Des observations mensuelles du débit et de la hauteur piézométrique renseignent sur le progrès du drainage.

La couche a 27 m de puissance et s'exploite par foudroyage en retour. On laisse au toit une planche de charbon ou bien on prend une tranche remblayée pour activer le foudroyage. L'attaque se fait en une fois sur toute la hauteur et mécaniquement. Le chantier est séparé des éboulis par une cloison composée d'une charpente en rails, supportant un filet de câbles auxquels s'accrochent des tôles perforées. On déplace la cloison après chaque avancement de 1,30 m et le toit s'éboule. Il arrive que le charbon s'abatte en trop grande abondance, que la cloison soit coincée contre les éboulis et que la galerie de tête soit bouchée. Le système n'est donc pas applicable en charbon disloqué ni au voisinage de failles. La méthode des chambres avec piliers abandonnés est trop peu productive. On l'a améliorée en creusant dans chaque couche, de bas en haut, des sondages de 450 mm de diamètre jusqu'à la galerie de tête. Les cheminées sont ensuite élargies par une ma-

chine coupante spéciale et finalement les piliers restants sont abattus à l'explosif.

16. **Foudroyage avec piles de bois dur dans les lignites du district N. W. de Bohême**, par A. Hübner (Cologne).

L'auteur décrit l'évolution des méthodes par tranches et par défilage en retour et signale les difficultés rencontrées quand le toit est pesant ou en bancs plastiques très épais, et ensuite les essais d'exploitation par tailles. Le soutènement du toit par étaçons en ligne s'est montré insuffisant; il faut soutenir le toit plastique par de larges surfaces. Les tailles ont 64 m de longueur au maximum; elles sont soutenues par 108 étaçons portant des chapeaux de 2,40 m de longueur et par 27 piles de bois, espacées de 1,30 m. Cette disposition est très gênante pour le havage mécanique. On a resserré les piles de bois, placé des étaçons Gerlach en T et abattu le charbon à l'explosif. Des chronométrages ont démontré que la pose et la reprise des piles de bois ne demandent pas plus de temps, à égalité de surface, que celle des étaçons métalliques. Le rapport donne des détails sur l'organisation et le contrôle et sur les résultats économiques. La sécurité est grandement accrue, même dans les passes de mauvais toit et, en trois ans, on n'a pas eu d'éboulement en taille.

17. **L'emploi du béton dans les puits**, par E. Schultze (Aix-la-Chapelle).

On peut actuellement compter sur 700 à 800 kg/cm² pour la résistance du béton à la compression simple et dans l'essai à l'étreinte, cette charge de rupture s'augmente d'environ quatre fois la pression latérale. Dans un puits où le revêtement est par hypothèse soumis à une pression fluide uniforme, les tensions principales s'exercent dans le sens radial entre H δ et l, dans le sens vertical par suite du poids propre de la construction, et dans le sens tangentiel jusqu'à la limite imposée, par exemple un quart de la charge de rupture. Si le cylindre repose sur une base ferme, le frottement sur la surface extérieure diminue l'influence du poids propre et s'oppose aussi à la dilatation suivant la verticale; il ne change pas le rapport des tensions. Si le cylindre n'a pas d'appui à la base, mais est suspendu uniquement en vertu du frottement, il y a des tensions négatives et il faut y opposer une contrainte préalable. L'auteur rappelle ensuite les formules adoptées pour le calcul des épaisseurs dans l'hypothèse de l'élasticité ou de la plasticité, avec et sans intervention du frottement. Les résultats diffèrent d'autant plus que le rapport entre la pression extérieure et la charge de rupture est plus grand. L'effet de sécurité du frottement doit faire l'objet d'expériences. En restreignant la dilatation verticale, on peut faire des économies considérables sur les épaisseurs de béton. C'est ce que démontre le calcul fait sans tenir compte du frottement du béton, et par conséquent le coefficient de sécurité réel doit être plus grand que celui adopté.

18. **La déformation du soutènement des puits, base de sa constitution et de son entretien**, par F. Mohr (Essen).

Sauf les cuvelages, les soutènements dans les puits sont établis empiriquement. A l'heure actuelle, la question la plus importante est celle des mouvements de terrains consécutifs à l'exploitation et dont la zone englobe la colonne du puits. A titre d'exemples, des photographies montrent le bombement ou la fissuration de la maçonnerie ou d'une trousse de cuvelage. Les contractions et dilatations dans le sens vertical peuvent être mesurées et exprimées en pour-cents ou pour mille de la profondeur. Une moyenne générale ne signifie rien, parce que les déformations sont très inégalement réparties, concentrées en quelques points et elles dépendent des alternances des couches solides, meubles ou plastiques. Un terrain homogène sur de très longues passes dissémine les dégâts, un terrain irrégulier les amplifie sur un espace court où ils sont plus faciles à réparer. Quelques observations font conclure que des compressions de 0,1 à 1 p. m. n'occasionnent pas de dégâts au béton ou à la maçonnerie en terrain solide; ils apparaissent à partir de 1 p. m. et, dans la fonte, de 2 p. m. Les fuites d'eau apparaissent beaucoup plus tôt. On peut prévoir les tassements verticaux d'après le nombre, l'épaisseur des couches exploitées et le rayon des stots de puits.

Les puits dévient de la verticale, et ordinairement il en résulte des glissements suivant les joints horizontaux des assises de maçonnerie ou des tubings et des ruptures par cisaillement. Ces déplacements vont jusqu'à 30 cm bien que la section reste circulaire; ils sont l'indice d'une pointe de tension en verticale et ils peuvent gêner l'extraction. Une obliquité de l'axe de 0,2 % amène des fissures de cisaillement. Les mesures de précaution doivent être envisagées dès le fonçage: renforcement du soutènement, forme appropriée, joints compressibles. La corrosion endommage la fonte et aussi le béton de remplissage.

19. **Quelques exemples d'ancrages de rochers**, par L. Müller (Strasbourg).

Les ancrages ont pour but de suppléer à l'insuffisance des roches contre les efforts de traction et de glissement; ils sont très difficiles à calculer parce qu'il règne souvent beaucoup d'incertitude sur la grandeur des forces extérieures qui tendent à séparer un bloc du massif environnant. L'auteur en donne quelques exemples. Il faut faire des levés topographiques et géologiques précis, tenir compte des joints naturels et surtout des grandes cassures régionales, apprécier les masses et les frottements. Le pylône d'extrémité d'un transport aérien, reposant sur un rocher, doit résister à une tension horizontale de 600 t; elle est répartie sur cinq câbles accrochés à des ancrages en rails enfoncés obliquement en éventail. Cette disposition a l'avantage, par rapport à un seul ancrage, d'éviter la fissuration du terrain, prémunir contre les accidents de terrain invisibles, renforcer le rocher par les

injections de ciment, répartir la charge sur une grande surface et coûter moins. Ces ancrages doivent être préalablement contraints. La forteresse de Hohensalzburg, assise sur une crête de dolomite et menacée par un mouvement très lent mais persistant, a été consolidée par des ancrages de 18 m de profondeur. Des rochers en bordure de route ont été consolidés par des ancrages en rails reliés par des poutres en béton armé. La chambre souterraine de la station d'énergie de Braz, de 26 m de hauteur en craie grise fissurée, a reçu un revêtement en béton armé dont les armatures sont réparties d'après les indications d'un essai photoélastique sur modèle.

20. **Boulonnage des galeries**, par O. Jacobi (Oberhausen).

L'essai a été fait dans une galerie de 90 m poussée en avant d'un chantier remblayé, dans une veine de 1,10 m d'ouverture, à la profondeur de 830 m; au toit, six ou sept bancs de schiste de 20 à 25 cm d'épaisseur, surmontés par des grès et psammites de 30 à 60 cm. Les boulons ont 1,50 m de longueur au maximum; les écrous enserrment des câbles ou un fer  qui forme avec la roche une poutre armée. La voie doit être coupée en mur, jamais en toit. Les boulons des piédroits ont une inclinaison de 45° pour fournir de bons appuis à la poutre du toit. L'acier 50.41 avec le tiletage M 24 s'est montré suffisant. En terrain plus facile, on pourrait se contenter du M 20. L'ancrage doit être placé tout de suite après le creusement de la galerie. Les écrous doivent être graissés et serrés à fond en deux fois, avec un intervalle d'un ou deux jours. Le système est appelé à prendre de l'extension dans la Ruhr. Sous réserve de nouvelles recherches, il n'est pas indiqué dans les chantiers déjà influencés ou à toit plastique.

21. **Essais de boulonnage du mur**, par F. Langacker (Hausham).

Le boulonnage des terrains s'emploie de plus en plus dans tous les pays miniers. En Amérique, dans un cas de venues d'eau corrosive, on est parvenu à consolider un toit très feuilleté au moyen de boulons de 67 mm en bois de hêtre ou de hickory. En 1951, à la mine Hausham, on a fait des essais de boulonnage du mur dans des galeries de transport par courroie avec soutènement en cadres TH, reposant sur un banc de marne de 0,40 m suivi de grès. Le mur souffle et, après quelques jours ou quelques semaines, vient frotter le brin de retour des courroies et déjeter leur support. Quelques essais avec les systèmes connus de boulons en acier ayant donné de bons résultats, on a été amené à étudier un système plus économique consistant en une hélice de fer, noyée dans du ciment à prise rapide.

Des essais à la presse ont démontré qu'après 24 heures, on peut atteindre une résistance de 1 à 2 t sans arrachement ni fissuration du béton. On a appliqué le système dans une galerie de 8 m² de section: les sondages sont forés vertica-

lement, ils ont 1 m de profondeur et sont espacés de 1,50 m suivant l'axe de la galerie. Diamètre du trou 42 mm, des tiges de fer 14 mm. Le mortier de ciment est préparé sur place, 1 de ciment rapide 325 ou 425 pour 3 de sable de 1 à 3 mm; on remplit le trou à moitié, puis on y enfonce la barre, qui doit affleurer à la surface ainsi que le ciment. L'opération demande dix minutes et les mineurs en ont vite fait l'apprentissage. Le mur des galeries mentionnées ci-dessus n'a plus bougé. L'acier employé était le St 37.11; pour obtenir, le cas échéant, une plus grande résistance, on pourrait passer aux tiges de 19 mm et à l'acier St 50.11; en galeries très larges, mettre deux files d'ancrage. Chaque ancrage coûte 1 à 1,50 DM, plus les frais de forage, mais on épargne les semelles des cadres et les recarrages.

22. Sur l'aplatissement des galeries au rocher, par C. Torre (Vienne).

Ce phénomène résulte du « coup de toit » ou coup de charge. Toute roche est naturellement dans un certain état de compression qu'il est inutile de préciser a priori. La création d'un vide amène des perturbations dont les essais sur éprouvettes donnent une idée. Par exemple, dans l'essai à la traction d'une barre percée d'une ouverture elliptique, la tension maximum est un multiple élevé de la tension moyenne et elle dépend du rapport entre le demi grand axe et le plus petit rayon de courbure. Quand ce rapport est égal à 1 (cercle), la tension monte au double de p et à $15p$ quand le rapport égale 50. On observe aussi que cette tension maximum est tangente à la section de l'entaille et parallèle à la force extérieure. Inversement, après un coup de charge, on peut conclure que la tangente au bord de la section aplatie donne la direction de la pression du terrain, mais pas nécessairement le sens qui doit être recherché par d'autres considérations. Deux photographies d'essais sur éprouvettes de marbre servent d'exemples. Lorsque la déformation n'est pas seulement dans le plan de la section droite de la galerie, on sait seulement que la direction de la pression est contenue dans le plan tangent, mais elle reste indéterminée. Dans des cas particuliers (par exemple cassures géologiques), on peut lever l'indétermination. La déformation des éprouvettes comprimées dans tous les sens donne aussi des indications. Une étude mathématique de ce problème se trouve dans les publications de Léon et de Torre.

23. Cent ans à Zeltweg, par F. Gumbusch (Zeltweg).

L'usine de Zeltweg se trouve au centre des mines de houille, de lignite et des minières de l'Autriche, et elle a été destinée par ses fondateurs à fournir l'équipement des mines et des usines. Ce rapport est une rétrospective de l'activité déployée dans la construction des machines d'extraction et de triages, de revêtements métalliques et de matériel pour voies ferrées.

24. Le développement des soutènements métalliques, par E. Fezzi (Zeltweg).

Le rapport décrit :

- 1) Un soutènement de galeries approprié aux circonstances locales, section en ogive, trois articulations, semelle transversale, liaison des cadres par fers plats ondulés et formant crochets, profil en double T ou en chenal suivant résistance exigée.
- 2) Un soutènement de tailles par étaçons métalliques et bèles appuyées sur un seul support, système qui se prête le mieux aux ondulations du toit qui sont fréquentes. Ces bèles ont une section en caisson et une très large surface d'appui contre le toit. L'étaçon est formé de deux pièces creuses coulissantes et la serrure a été particulièrement étudiée; elle ressemble à celle de l'étaçon à lamelles Wanheim. La plaque de base est très large.

Les variations individuelles de tous les types d'étaçons sont décevantes et le rapport s'étend sur cette question. La charge portante dépend du nombre de surfaces frottantes, de la pression normale N et du coefficient de frottement μ . Les variations de N dépendent des forces de calage de la serrure, de la précision et de l'uniformité de tous les organes. Les étaçons à lamelles sont plus sensibles aux variations de N que les étaçons simples. La précision initiale doit se conserver malgré l'usage. Sous l'effet des hautes pressions, les surfaces du fût supérieur présentent à la longue des dépressions. Les étaçons à lamelles ont ici un avantage sérieux dû à la diminution des pressions par unité de surface et ils se comportent plus régulièrement.

Les variations de μ sont très étendues 0,22 à 0,63 et elles modifient considérablement l'allure des caractéristiques. L'auteur a procédé à des expériences pour déterminer la relation entre μ et N pour différentes charges et dans deux états extrêmes, pièces rouillées ou graissées, afin d'obtenir un même état des six faces. A partir des basses pressions, le coefficient μ monte très rapidement et il a une légère tendance à redescendre aux très hautes pressions. Le maximum est inférieur à celui de Jacobi et la moyenne d'un lot nouvellement acquis est de 0,31.

Un diagramme tracé dans l'hypothèse d'une charge normale de 45 t et d'une charge de rupture de 60 à 70 t, montre comment se déforment les caractéristiques quand le frottement prend les valeurs (0,27 - 0,31 - 0,40 pour les étaçons secs et 0,17 - 0,19 - 0,22 pour les étaçons graissés). Le graissage abaisse fortement la charge de glissement, mais les écarts sont moitié moindres qu'avec les étaçons secs. L'élévation de μ à 0,40 laisse encore une marge de sécurité entre la charge de rupture pour les étaçons à mise en charge rapide, tandis que cette limite sera atteinte pour un glissement de 100 mm au lieu de 160 m pour un étaçon à mise en charge progressive. Les étaçons de première espèce sont donc beaucoup moins influencés que les seconds par les variations de μ .

Les écarts sont encore grands et il faut se défier des affirmations de certains prospectus. C'est aux ingénieurs des mines qu'il appartient de rechercher la tolérance compatible avec la sécurité et les constructeurs diront quelle est l'augmentation correspondante du prix de l'étaçon.

EPILOGUE.

La sécurité dans la mine et la pression du terrain, par G. Spackeler (Freiberg i. S.)

Le point de vue primordial dans la sécurité des mines, c'est de supprimer les causes de danger, et en ordre secondaire se placent les mesures pour parer à un danger imminent ou en réduire les conséquences désastreuses. Ceci s'applique au danger des pressions de terrain et il est regrettable qu'on n'ait pas mis davantage l'accent sur la première condition. On s'inquiète de la pression lorsqu'elle détruit les soutènements et pas assez tôt pour les prévenir par un bon plan bien étudié à l'avance. Il faut se rappeler que tout l'ensemble du terrain est mis sous pression par des forces naturelles et qu'en rompant l'équilibre de ces forces, nous faisons naître dans les roches des tensions de toutes sortes, notamment des flexions et glissements qui sont la cause des fractures du terrain et ensuite du soutènement. Le parfait contrôle du toit suppose la connaissance de la répercussion du déséquilibre sur toute la masse susceptible d'être influencée. La controverse entre la théorie de la voûte de pression et la théorie des dalles a un intérêt qui n'est pas purement spéculatif. Lors du Congrès de 1951, à Liège, la théorie de la voûte de pression s'est hissée au premier plan, mais ici à Leoben, les observations les plus récentes confirment l'existence d'une flexion de dalles déjà invoquée depuis longtemps par Weber et Spackeler. Si le mémoire du Bergassessor Ritter montre que les pressions ondulatoires n'ont qu'une très faible amplitude, c'est parce que les observations ont été faites dans une galerie contenue dans la zone de Trompeter et ne pouvaient constater qu'une petite fraction de la pression réelle. Ces

observations ont montré que l'onde de Weber est perceptible à 200 m de distance en avant de la taille, ce qui est inexplicable par la simple action de la voûte de pression.

Le soutènement est un facteur essentiel de la sécurité; en galerie, il doit faire équilibre aux tensions tangentielles dans le terrain et aux tractions et cisaillements à la périphérie; en taille, il doit assurer un affaissement et une fracture méthodiques du toit. Le succès du soutènement dépend de la manière dont il répond à ce double but et on ne le montre pas assez dans la critique des systèmes concurrents.

Le captage du grisou se base sur le contrôle du toit. On fait valoir qu'il procure une grande sécurité en diminuant la teneur en CH_4 des courants d'air jusqu'à la limite permise (1 %). Mais il faut insister sur le profit qui résulte de l'utilisation du gaz comme source d'énergie, parce que cet aspect lucratif de la question incitera à capter des quantités plus considérables encore de gaz et assurera une plus grande sécurité. Ce n'est pas seulement dans les veines à dégagement excessif et à proximité des chantiers qu'il faut faire des sondages, on pourrait arriver trop tard. Il faut établir un plan intéressant une vaste étendue, par exemple 200 m, dans lesquels l'onde de Weber se fait sentir, doivent être rattachés au réseau de captage.

L'incendie souterrain est souvent la conséquence d'un mauvais contrôle du toit, non seulement dans les vieux travaux, mais aussi dans les galeries en service où la fissuration du toit est inévitable, si on laisse ouvrir les fissures, perdre une partie du courant d'air dans les couches échauffées par les frottements de glissement. En résumé, ce n'est pas tant dans les améliorations de détail que dans l'ensemble qu'on réalisera une plus grande sécurité.

Pour terminer, l'orateur appuie l'initiative du Dr Ing. Spruth relative à la terminologie minière et constate que c'est en allemand qu'il importe d'abord d'introduire de l'unification, il émet le vœu qu'un comité d'experts s'occupe de la question, surtout dans le domaine de la pression de terrain.

Matériel minier

UN CONVOYEUR A BANDE CURVILIGNE

Les firmes Franz Clouth et J. Pohlig de Cologne ont exposé à la Foire technique de Hanovre le prototype d'un convoyeur à bande capable de décrire des courbes de 10 m de rayon (fig. 1). La bande est faite en caoutchouc spécial, très souple, moulé en forme d'auge à bords verticaux. Seule une

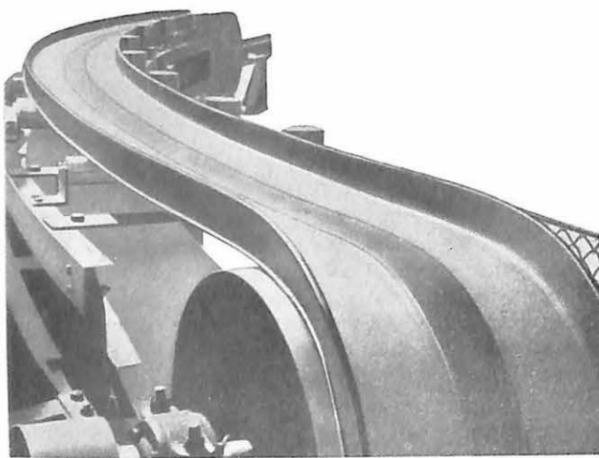


Fig. 1. — Convoyeur à bande curviligne.

bande axiale étroite est pourvue d'une âme en coton. Grâce à la souplesse du caoutchouc, la bande peut passer sur les tambours et dans les courbes en gardant sa forme. Dans les tournants, elle est guidée par des rouleaux latéraux verticaux, placés du côté intérieur de la courbe. Les bords redressés de 85 mm permettent d'augmenter la charge de la courroie ou de réduire sa largeur : la courroie en auge de 400 mm a la capacité d'une courroie normale de 650 mm. On l'exécute en largeurs de 400, 500 et 650 mm. Comme on peut difficilement l'enrouler en bobines, on la livre en longueurs de 20 m qui sont réunies sur place par vulcanisation. La longueur des convoyeurs est limitée à 200 ... 500 m à cause de la réduction de l'armature en coton.

UN CONVOYEUR A BANDE SUR RAILS

La firme Weserhütte Otto Wolff expose également à Hanovre un convoyeur à bande sans bâti : les chevalets supportant les rouleaux reposent sur une voie de chemin de fer (fig. 2) ; ils sont fixés

par une double pince à l'un des rails et reposent librement sur l'autre par l'intermédiaire d'une pièce spéciale, en forme d'étoile dissymétrique, permettant d'ajuster l'inclinaison transversale du convoyeur. Les supports de rouleaux sont absolument indépendants les uns des autres et on peut faire varier à volonté leur écartement. La tête motrice et la station de retour sont également montées sur la voie. Pour déplacer ou allonger le convoyeur longitudinalement, il suffit de démonter quelques chevalets, de faire glisser sur la voie la tête motrice ou la poulie de retour, et de remonter les chevalets nécessaires. Les déplacements transversaux se font en riant la voie à la main ou à la machine. Par suite de leur mode de fixation, les chevalets s'orientent automatiquement, perpendiculairement à la voie. On peut, en agissant sur la disposition des rouleaux, corriger de légères déviations de la voie. Ce convoyeur, équipé d'une bande de 800 mm, est en service dans une exploitation de lignite.

LE STOP-CHUTE, PARACHUTE ET APPAREIL DE SAUVETAGE

De nombreux accidents dans l'industrie du bâtiment, dans les chantiers de construction métallique, aussi bien que dans les mines et carrières, sont dus à des chutes d'ouvriers dans le vide. Dans certains

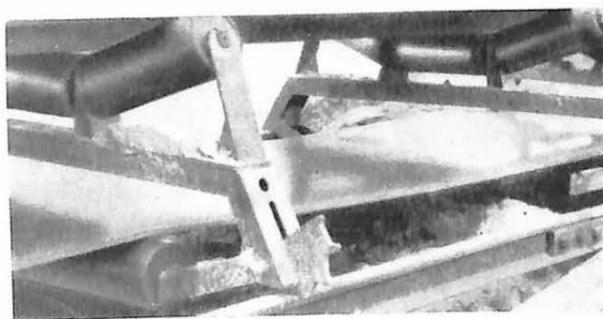


Fig. 2. — Convoyeur posé sur rails.

secteurs, ces chutes causent plus de la moitié des accidents mortels. Les règlements imposent, dans de nombreux cas, le port d'une ceinture de sécurité, mais comme celle-ci gêne le travail, les ouvriers ont tendance à négliger cette précaution et le risque subsiste.

Le Stop-Chute, inventé et construit par M. Trouin, à Lyon, réalise une protection aussi efficace que la ceinture de sécurité, mais beaucoup plus souple puisqu'il permet à l'ouvrier de se déplacer librement dans un rayon de 20 m.

Le parachute mécanique ou Stop-Chute n° 1 (fig. 3) est un petit treuil automatique contenu dans une sphère de 27 cm de diamètre, que l'on

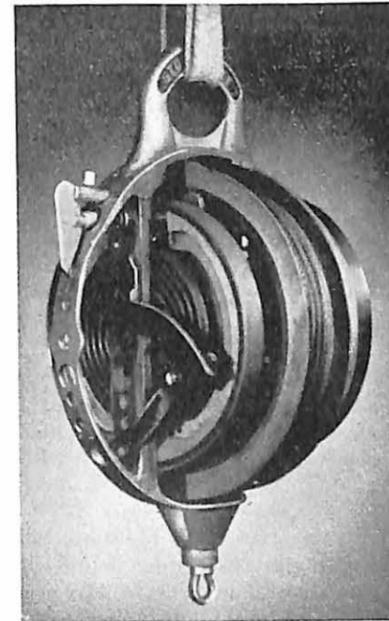


Fig. 3. — Parachute (Stop-Chute n° 1). Le levier, guidé par la spirale, serre le frein et provoque l'arrêt.

suspend par une poignée à un point plus élevé que celui où l'on travaille. L'appareil contient 25 m de câble, dont l'extrémité est fixée à la ceinture de sécurité ou à une boucle en toile spéciale dont est muni l'utilisateur. A l'intérieur de la sphère, un cadre solide en alliage léger porte un axe muni de roulements à billes, sur lequel est montée une poulie-tambour capable d'emmagasiner 25 mètres de câble d'acier de 4 mm de diamètre et 1000 — 1200 kg de résistance à la rupture.

Lorsque l'on tire lentement sur le câble (déplacements normaux de l'ouvrier), le tambour se dévide et, en tournant, tend un ressort spiral de rappel. Si on lâche le câble ou si l'ouvrier se rapproche de l'appareil, le câble s'enroule à nouveau sous l'action du ressort. Par contre, en cas de glissade ou de chute, l'accélération du mouvement du tambour provoque l'enclenchement d'un système de cliquets et de cames dès que la vitesse du câble dépasse 2 m/sec. Ce système embraye sur le treuil une cuvette de frein, munie d'une rainure spirale. La rainure guide le déplacement d'un levier muni d'un ergot et assurant l'écartement progressif des mâchoires de frein qui viennent s'appliquer contre les parois de la cuvette. Du fait de ce freinage progressif, la chute se trouve ralentie et arrêtée sans heurt sur 2 mètres environ.

Le frein se débloque automatiquement dès que l'on relâche la tension sur le câble. Si l'ouvrier suspendu dans le vide se trouve à portée d'un point d'appui, il pourra regagner son plancher de travail par ses propres moyens : le câble s'enroule sur le treuil et continue à le protéger contre une nouvelle chute.

Si aucun point d'appui n'existe, il faudra passer à l'accidenté une échelle ou une simple corde : en se soulevant légèrement, il déblocquera le frein, puis se laissera doucement descendre le long de la corde, ou remontera l'échelle, au choix.

Après un déblocage, l'appareil reprend son fonctionnement normal et protège l'utilisateur sans aucune interruption. Le frein ne revient cependant pas complètement à sa position initiale (à moins de le réarmer au moyen d'une clé spéciale placée sur l'appareil). Aussi, lors d'une nouvelle chute, l'arrêt se produit-il beaucoup plus rapidement, sur 30 cm environ. Cette propriété est à la base d'un grand nombre d'applications.

Par exemple, en carrière, lors du peignage d'un front d'abatage vertical après le tir, l'ouvrier, accroché au câble du Stop-Chute, se laisse descendre le long d'une corde. S'il veut s'arrêter, il lâche la corde : il reste suspendu au câble, les deux mains libres, pour exécuter son travail. Pour descendre plus bas, il se soulève légèrement en agrippant la corde, et reprend sa descente. Il peut donc s'arrêter un nombre quelconque de fois, et dispose à chaque endroit de la liberté de mouvement la plus complète. L'arrêt se produit chaque fois, sur une distance de 30 cm.

Il est facile d'envisager des applications analogues pour les travaux de visite et d'entretien de puits ou de burquins.

Le Stop-Chute a été homologué en 1939 par le Bureau Veritas. Il est plombé au sortir de l'usine après avoir satisfait à dix essais de fonctionnement avec un poids de 120 kg. Il est alors livré avec une garantie d'un an, renouvelable après chaque révision effectuée par le constructeur ou son représentant en Belgique (M. Roose, 44, rue Le Tintoret, Bruxelles.)

L'appareil pèse 9 à 10 kg pour une hauteur de 42 cm et un diamètre de 27 cm.

* * *

A partir du « parachute » ou Stop-Chute n° 1, on a réalisé un « descenseur » ou Stop-Chute n° 2, destiné en principe à l'évacuation de bâtiments élevés, par exemple en cas d'incendie. Cet appareil ne diffère du précédent que par son dispositif de freinage (fig. 4). Quatre masselottes, garnies de ferrodo et entraînées par un axe solidaire du treuil, sont appliquées par la force centrifuge contre une couronne fixe garnie également de ferrodo. Ce dispositif centrifuge exerce un effort de freinage suffisant pour limiter à 2 m/sec la vitesse du câble, quel que soit le poids de l'utilisateur. Si on lâche le câble, celui-ci est rappelé automatiquement par le ressort antagoniste à la vitesse de 6 m/sec, de sorte que l'appareil peut servir pour plusieurs personnes successivement. Suivant les modèles il peut emmagasiner 25 ou 57 mètres de câble.



Fig. 4. — Descenseur (Stop-Chute n° 2). La force centrifuge agissant sur les masselottes assure un freinage continu.

COMMANDE AUTOMATIQUE DES POMPES D'ÉPUISEMENT (1)

Dans un premier article, M. Léo Walter décrit une installation récente d'épuisement comprenant deux pompes Sulzer du type vertical, aspirant directement dans un puits de 170 m de profondeur; le débit peut varier entre 135 et 675 m³/h.

A cette occasion, l'auteur passe en revue les divers systèmes d'indicateurs à distance du niveau de l'eau dans le puisard et leur combinaison avec un appareil commandant une sonnerie d'alarme et l'arrêt automatique des pompes. Il existe de nombreux systèmes : les uns utilisent les déplacements d'un flotteur, d'autres la variation de pression dans le fond du puisard, d'autres la variation de résistance entre deux électrodes. La transmission à distance peut se faire mécaniquement ou par l'intermédiaire de l'air comprimé ou de l'électricité. En ce qui concerne les applications dans les mines, les exigences sont particulièrement sévères sous le rapport de la sécurité de fonctionnement, de la surveillance et de l'entretien. Les appareils nécessitant beaucoup d'interventions et des réparations sont à déconseiller.

Dans le second article, l'auteur décrit brièvement le principe et le schéma de divers systèmes de transmission électrique à grande distance, et plus spécialement l'appareillage « Elliott » et « Elliott Shotter », convertissant les indications d'un flotteur ou d'un détecteur pneumatique de niveau en une tension électrique variable.

(1) D'après L. Walter, Remote control of pumps, Colliery Engineering, septembre 1952, p. 565-569 — mars 1953, p. 70-75.

Le transmetteur est un transformateur de courant dont les détails sont donnés fig. 5. Il se compose d'un fort électroaimant B, excité par la bobine d'alimentation A et comportant un entrefer C; l'arbre

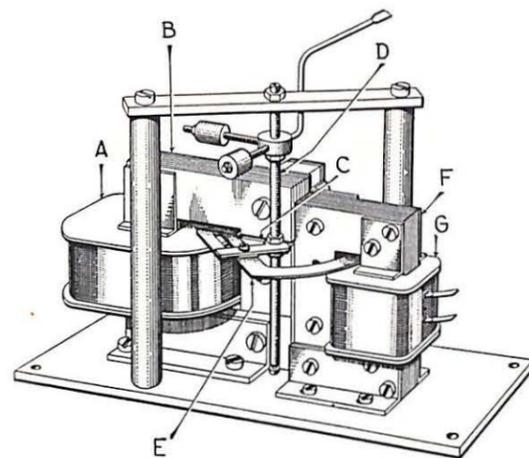


Fig. 5. — Le transformateur Elliott-Shotter pour indicateur de niveau et commande à distance.

A — bobine d'excitation, B et F — armatures, C — entrefer, D — arbre solidaire du flotteur ou du détecteur de niveau, G — bobine de sortie.

D, dont le mouvement est solidaire de celui du flotteur, porte une spirale E profilée de telle sorte que le courant induit en elle par l'aimant soit proportionnel à l'angle de la rotation. Cette spirale passe à travers une armature F, et le voltage du courant induit dans la bobine de sortie G est proportionnel au déplacement de l'index. La compensation de la température est obtenue par un pont magnétique. Un shunt magnétique sert au réglage initial.

Le courant induit dans la bobine de l'indicateur de débit est par conséquent une mesure de la position du niveau de l'eau. Ce courant est redressé dans une unité auxiliaire et passe sous forme de courant continu aux indicateurs à distance. Les récepteurs sont des instruments à bobines du type courant calibrés pour s'adapter au transmetteur.

Le tableau émetteur est installé dans la salle de pompes. Un cadran supérieur indique le niveau de l'eau. Un contacteur à fin de course, placé immédiatement en dessous, est en série avec l'indicateur de niveau et commande la pompe. Des boutons poussoirs servent à la commande manuelle de la pompe. Un enregistreur et un intégrateur de débit font aussi partie du tableau.

L'indication du niveau est enregistrée sur un panneau récepteur qui peut être installé dans un poste de surveillance éloigné, et elle se combine avec le signal d'alarme et le dispositif d'arrêt automatique en cas de danger. Le graphique indique continuellement le niveau de l'eau dans le puisard ou dans le sondage. Si l'eau monte trop haut, une lampe rouge s'allume et un timbre résonne. Cette sonnerie peut être arrêtée par un interrupteur et une lampe orange s'allume pour indiquer que l'on a effectué cette manœuvre.

Plusieurs installations ont été fournies aux houillères en Angleterre et ailleurs.

La fig. 6 montre à gauche une installation typique dans un sondage ou un puits en creusement, à droite dans une salle de pompes : a le transmetteur bien enfermé sous serrure; b un tube de cuivre reliant le transmetteur à la cloche à air c (ou alternativement le câble de suspension d'un flotteur).

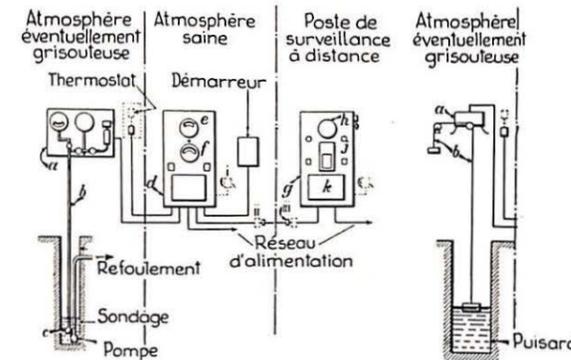


Fig. 6. — Schéma d'ensemble de la commande automatique et de la surveillance à distance. A gauche : pompe immergée au fond d'un sondage. A droite : puisard et flotteur.

- i) sonnerie de téléphone
- ii) protection contre les surtensions
- iii) parafoudres
- a) émetteur
- b) tube pneumatique ou lil du flotteur
- c) cellule pneumatique de mesure de niveau
- d) tableau de la salle de pompes
- e) dispositif automatique de mise en marche et d'arrêt
- f) indicateur de niveau
- g) tableau du poste de surveillance
- h) indicateur de niveau
- i) enregistreur
- k) charge automatique de la batterie.

Un panneau d reposant sur le sol par un socle en acier contient e l'appareillage automatique et le levier de mise en marche manuelle de la pompe, l'indicateur de niveau f, un signal optique pour le thermostat, et le dispositif de transmission à distance du niveau et des signaux intermittents lancés dans un circuit de sécurité électrique par la fermeture des thermostats. En e, les contacts correspondant aux niveaux extrêmes supérieur et inférieur sont ajustables.

L'appareillage de surveillance à distance (g, h, j) est aussi monté sur un socle et porte un dispositif de charge automatique pour la batterie k. Un tube indicateur de niveau d'une longueur de 20 cm, correspondant aux plus grands écarts, affleure à la paroi.

Deux détails importants sont à noter : un contact à mercure ajustable au niveau le plus haut et un avertisseur d'alarme en cas d'absence de courant.

Les constructeurs de l'Elliott Shotter font valoir les avantages suivants :

- 1) Il n'y a pas de contacts mobiles, ni de balais, ni de mécanismes entre l'arbre primaire de rota-

tion et le récepteur, et, par conséquent, il y a très peu d'entretien;

- 2) Toute défaillance de l'alimentation des fils pilotes ou de la transmission est immédiatement renseignée par le récepteur qui retombe dans une position différente du zéro normal de fonctionnement; par conséquent, le fonctionnement normal de la transmission est assuré du moment que les index sont visibles sur l'échelle graduée.

La distance entre le poste de commande et le poste d'observation peut atteindre plusieurs kilomètres et, dans ce cas, il est plus économique de louer des fils téléphoniques que d'installer un réseau spécial. Des précautions doivent être prévues contre les décharges atmosphériques et les lignes à haute tension. Des relais auxiliaires introduisent un décalage de cinq secondes entre le récepteur et le déclenchement de la commande pour éviter les effets des courants tumultueux dans le puisard. Quand la pompe est en marche, elle continue jusqu'à ce que le niveau de l'eau atteigne son point le plus bas. Sa protection est garantie automatiquement du fait que tout défaut de courant ou des appareils arrête la pompe.

Le signal d'alarme a fait l'objet de longues recherches. Habituellement, l'alerte est donnée à la fois par une lampe rouge et une sonnerie. Celle-ci est arrêtée pendant que l'on remédie au défaut, et une lampe jaune est allumée pendant ce temps. Quand tout est remis en ordre, la lampe rouge s'éteint. L'alerte est donnée dans les cas de montée anormale de l'eau, manque de courant, dérangement de la transmission, fermeture du circuit extérieur des thermostats. Les thermostats peuvent être fixés en un point quelconque et reliés aux bornes du tableau. Le circuit est alimenté par une batterie sèche de sécurité interne et la fermeture met en œuvre un relais antigrisouteux qui détermine l'alerte et l'arrêt de la pompe. Des lampes spéciales font connaître la source de l'alarme et, par exemple dans la figure 6, pour répéter l'alarme à distance, un signal est lancé dans la ligne et fait passer l'indicateur au point extrême et apparaît le signal au panneau d'observation. Après 30 secondes, le signal est interrompu, puis remis après 30 secondes et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on intervienne.

APPAREILS HYDRAULIQUES POUR LA RECONFORMATION DES CAISSES DE BERLINES

La firme britannique John Mills & Co (Llanidloes) Ltd met sur le marché un extenseur (fig. 7) et une presse (fig. 8) destinés à redresser les caisses de berlines déformées ou écrasées à la suite d'un accident quelconque.

Chacun de ces appareils est suspendu à un palan et porte ses propres leviers de commande. L'extenseur s'archoute entre les parois de la caisse de berline. Il a une course de 45 cm et peut, grâce à des rallonges amovibles, atteindre une longueur totale de 2,90 m.

La presse est montée sur un support en fer à cheval rigide, lui permettant de descendre au fond de caisses de berlines ayant 1,05 m de profondeur.



Fig. 7. — Extenseur pour la reformation des caisses de berlines.

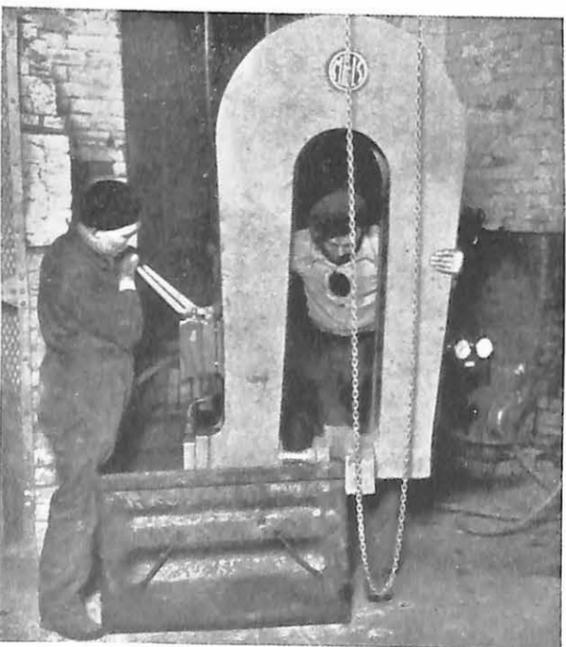


Fig. 8. — Presse pour caisses de berlines.

Les parois bosselées sont pincées entre une tête de vérin circulaire et un plateau légèrement incurvé.

L'extenseur et la presse peuvent exercer chacun un effort de 10 tonnes. Ils sont alimentés par deux pompes à huile à deux étages, séparées. Ils peuvent donc être manœuvrés indépendamment. Une vanne spéciale permet de laisser chaque appareil en charge pendant un temps indéterminé.

Les deux pompes sont actionnées par un même moteur électrique de 5 CV. 960 1/m. Elles sont

reliées aux vérins par des flexibles armés et munies de manomètres.

La presse peut également rendre des services pour les opérations de rivetage.

AFFUTAGE ET FINISSAGE SEMI-AUTOMATIQUES DES TAILLANTS DE FLEURETS, DES COURONNES DE FORAGE ET DES PICS DE HAVEUSES (2)

La consommation de plaquettes en carbure de tungstène constitue un poste non négligeable dans le budget de l'industrie charbonnière (5 millions de DM = 35 millions de FB par an dans la Ruhr). Or la moitié à peu près de cette consommation pro-

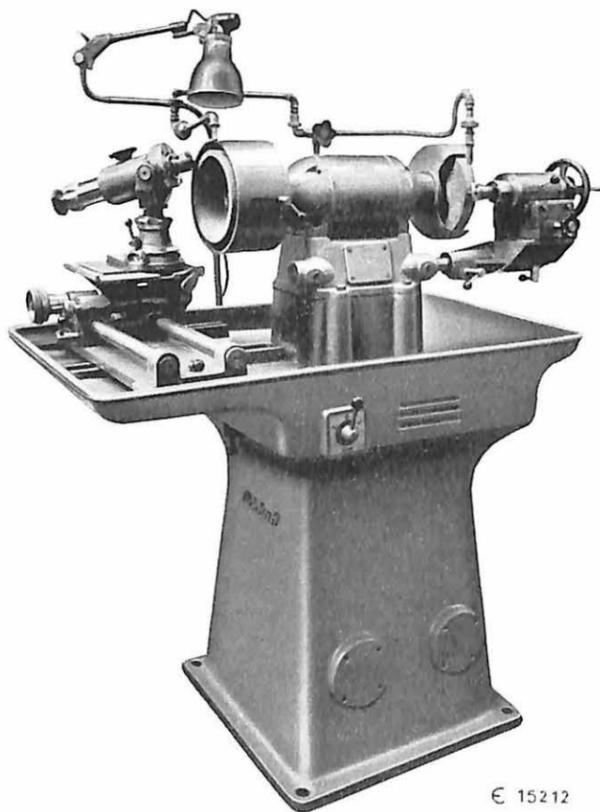


Fig. 9. — Affûteuse-meuleuse E 3 à meules en carborundum pour taillants en carbure de tungstène.

vient des pertes à l'affûtage. Il est en effet extrêmement difficile, avec les meules circulaires employées ordinairement et avec la main-d'œuvre peu qualifiée chargée d'exécuter ce travail, de maintenir à leur valeur exacte les angles des facettes et l'arrondi du tranchant des outils. La correction d'une faute quelconque entraîne des pertes au meulage

(2) D'après H.H. Schwager : «Erfahrungen mit dem mechanischen Schleifen und Läppen von Schlagbohrkronen, Drehbohrschneiden und Schrägmeisseln mit Hartmetallbesatz» Bergbau, 1952, n° 8.

importantes, et l'inexactitude des angles provoque une augmentation de l'usure et de la fréquence des ruptures des taillants à l'usage.

Il est donc bien évident qu'un dispositif d'orientation et de guidage automatique de l'outil pendant le meulage permettra de réaliser de sérieuses économies de matières. Les firmes allemandes Bielemeyer et Eickhoff ont étudié ce problème.

L'affûteuse E 3 de la firme Eickhoff (fig. 9) porte une meule droite (circulaire) et une meule boisseau (cylindrique) en carborundum, montées sur les deux bouts d'axe du moteur électrique. Pour meuler les facettes des plaquettes, on se sert exclusivement de la meule boisseau : celle-ci a l'avantage de présenter à l'outil une surface plane (section annulaire de la meule) dont la vitesse est constamment égale à la valeur optimum de 26 à 28 m/sec. Une meule circulaire, par contre, présenterait à l'outil une surface cylindrique dont le rayon de courbure et la vitesse périphérique varient constamment par suite de l'usure de la meule.

La table de travail qui se trouve devant la meule (fig. 10) est montée sur glissières et peut exécuter des mouvements de translation longitudinaux et transversaux, lents ou rapides. Elle peut également recevoir une inclinaison variable, dans le sens longitudinal ou transversal, et être bloquée dans chaque position. Les porte-outils spéciaux pour tail-

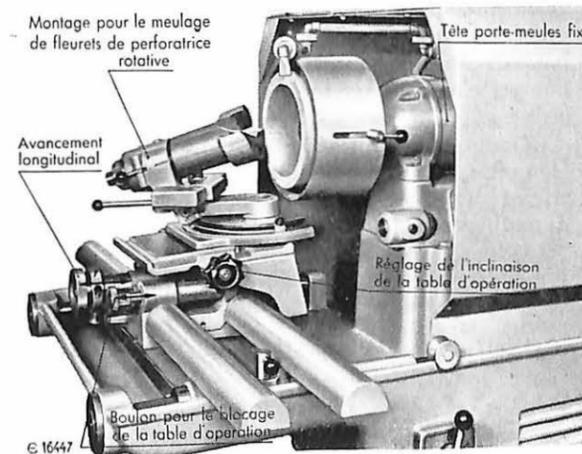


Fig. 10. — Fixation des outils à affûter.

lants de fleurets, couronnes de forage ou pics de haveuses respectivement, peuvent pivoter autour d'un axe perpendiculaire à la table, et être bloqués dans la position correspondant à l'orientation souhaitée de la facette à usiner. Cette orientation est repérée sur un secteur gradué permettant de reproduire avec précision les angles de facettes. En faisant varier l'orientation d'une façon continue, on réalise des surfaces cylindriques (table horizontale) ou coniques (table inclinée vers l'avant).

Pendant le meulage, le porte-outil (fleurets) ou l'ensemble table-porte-outil (pics et couronnes) reçoit de l'opérateur un mouvement de balancement latéral autour d'un axe parallèle à l'axe de la meule, de sorte que la surface annulaire de celle-ci balaye

la facette à meuler pendant un temps relativement court. Cette façon de procéder évite tout échauffement excessif et permet de contrôler constamment l'opération en cours. Un jet de liquide de refroidissement (100 parties d'eau + 1 partie d'huile « transparente ») de 36 l/h est dirigé sur la plaquette (et non sur la meule, de façon que l'eau ne soit pas entraînée avant d'avoir exercé son action refroidissante).

Du côté de la meule cylindrique (qui peut être une meule à boisseau usée), un porte-outil spécial permet de meuler la surface extérieure des outils en leur donnant une conicité exactement déterminée.

Ce dispositif permet une prolongation de la vie des taillants, qui périssent souvent par usure latérale. En effet, la précision du meulage permet de mieux utiliser la matière de la couronne en acier et d'admettre des profondeurs d'usure plus importantes.

La même machine permet donc d'affûter toutes les faces, planes ou courbes, des outils pour foration percutante ou rotative et des pics de haveuses. Elle se prête en particulier à l'affûtage de taillants en croix pour foration percutante. Pour un taillant croix, il y a huit facettes à affûter : par rotation du taillant dans le porte-outil, on présente successivement à l'action de la meule les quatre facettes « droites », puis, en faisant prendre au porte-outil une position symétrique de la précédente par rapport à l'axe du secteur gradué, on usine les quatre facettes « gauches » après avoir inversé le sens de rotation de la meule. Dans ce cas, le balancement du porte-outil est limité par une butée de façon que la meule, en travaillant une facette, ne vienne pas entamer la plaquette perpendiculaire.

* * *

A côté de l'ajustement mécanique des angles des plaquettes, un second perfectionnement permet de prolonger sensiblement la vie des outils au carbure de tungstène : il consiste à faire subir aux plaquettes, après le meulage sur la meule au carborundum, un finissage sur une meule diamantée à grain beaucoup plus fin. On a constaté que la diminution de rugosité du carbure de tungstène donnait moins de prise aux aspérités de la roche, et que la surface unie glissait sans grippage et avec une abrasion réduite sur le fond du trou.

Pour la mise en pratique de ce procédé, la firme Eickhoff a mis sur le marché l'affûteuse-finisseuse E 2 (fig. 11) qui ressemble à l'affûteuse E 3, mais est de construction plus légère. Les deux meules boisseau ont un corps en bakélite dont la surface extérieure est garnie de poussière de diamant (120μ) sur une épaisseur de 2,5 mm pour la meule à fleurets percutants et de 12,5 pour la meule à couronnes rotatives et pics de haveuses. Les meules ne sont plus montées directement sur le moteur : celui-ci est placé dans le socle de la machine, et la tête portant les meules peut pivoter de 180° pour amener l'une ou l'autre de celles-ci devant la table de travail. Les dispositifs de fixation des outils sont les mêmes que ceux de la E 3. Un seul jeu est nécessaire pour l'ensemble des deux machines. Le refroidissement est assuré par un mélange pétrole-huile (3 + 1) débité à raison de 36 l/h.

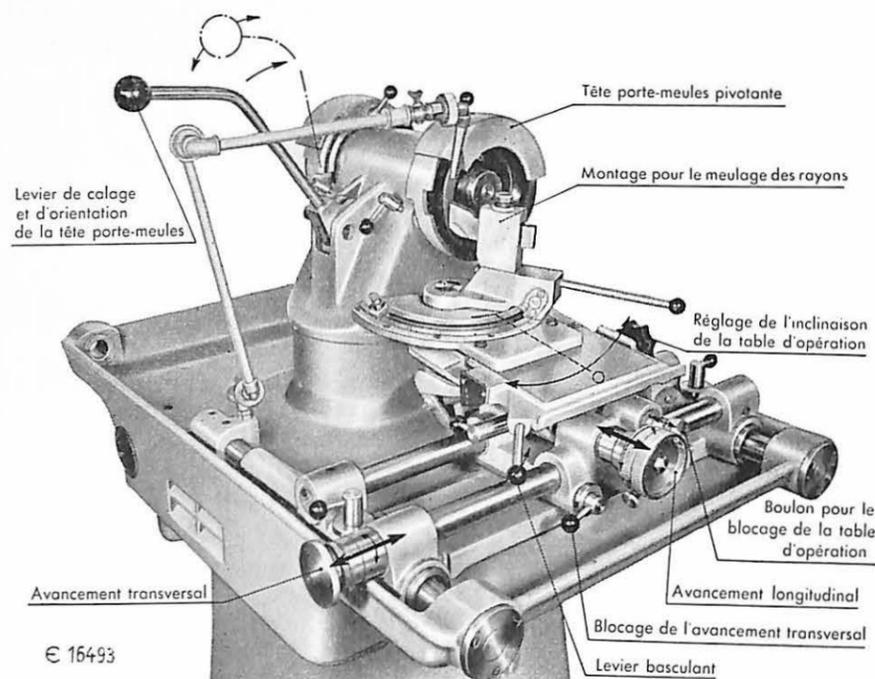


Fig. 11. — Finisseuse E2 à meules diamantées pour taillants en carbure de tungstène

Il est indiqué de monter les deux machines (E 3 et E 2) dans un local à l'abri des trépidations, qui peuvent influencer fâcheusement la qualité de l'affûtage.

* * *

On a étudié en Allemagne, d'une façon détaillée, le rendement économique de l'affûtage et du finissage des taillants au moyen des machines Eickhoff E 3 et E 2.

L'installation envisagée traitait par jour 110 taillants croix de 36 à 40 mm de diamètre. Le meulage d'un taillant demande 6 minutes, le finissage subséquent 2 minutes, soit 8 minutes au total par taillant. Deux hommes, utilisant les machines à deux postes, exécutaient donc la besogne en 14,7 heures. Une meule boisseau au carborundum permet 135 affûtages (usure de 55 mm), une meule diamantée permet 3870 finissages (usure de 12,5 mm).

Sur ces bases, le prix d'un meulage revenait à 0,46 DM = 5,50 FB, dont 54 % pour les salaires et charges sociales, 41 % pour l'usure des meules et 5 % pour l'amortissement (12 ans) et l'entretien de la machine, la consommation d'électricité, etc. Le prix d'un finissage s'établissait à 0,25 DM = 2,90 FB, dont 53 % pour les salaires, 60 % pour les meules et 7 % pour la machine.

Ces taillants étaient réaffûtés après avoir foré une longueur de 15 m en moyenne. L'usure entre deux réaffûtages pour les taillants non parachevés (mesure au micromètre) était de 0,51 mm, à laquelle s'ajoutait 0,15 mm de perte à l'affûtage, soit au total 0,46 mm, permettant, pour une hauteur utile de plaquettes de 11 mm, 24 réaffûtages, correspondant à une vie totale du taillant de 311 m de trous forés.

Le fait de parachever sur la finisseuse la partie des plaquettes proche de l'arête a réduit à 0,25

mm l'usure au creusement par 15 m forés. Il a permis de plus de supprimer un meulage sur deux et de le remplacer par un simple passage sur la finisseuse. Le finissage lui-même donne une perte de hauteur de 0,05 mm. On avait donc dans ce cas une perte à l'affûtage moyenne de $0,15/2 + 0,05 = 0,13$ mm et une usure totale de 0,38 mm, au lieu de 0,46 mm, par 15 m forés. La vie des taillants a donc été portée de 311 à 376 m, soit une augmentation de 20 %. En comptant les taillants à 52 DM = 600 FB, on réalise sur 15 m forés une économie de 0,59 DM = 4,50 FB que l'on peut comparer au coût du finissage (2,90 FB). Dans ces conditions, le prix d'achat de la finisseuse a été récupéré en sept mois.

L'auteur de cette étude fait remarquer que les conclusions ci-dessus sont basées sur les conditions régnant en Allemagne en 1951. Le rendement économique du finissage dépend essentiellement du coefficient d'utilisation de la machine. Dans l'exemple cité, ce coefficient était excellent (travail continu à deux postes) grâce au groupement, dans une seule installation, des taillants provenant de quatre charbonnages (110 taillants par jour). La machine cesserait d'être payante pour une production inférieure à 25 taillants par jour. Enfin, l'auteur insiste sur la nécessité d'un contrôle serré : en laissant user trop loin les taillants, on perd tout l'avantage du perfectionnement de l'affûtage. Un système de fiches permet de noter le nombre de mètres forés et les affûtages subis par chaque taillant, et d'en contrôler le retour régulier à l'atelier. Chaque bouveleur est rendu responsable des taillants qu'il emploie.

La comparaison entre l'affûtage mécanique et manuel n'a pas été faite tant les avantages de la première méthode paraissent évidents.

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.

En vue d'en assurer, au moins partiellement, le bénéfice à tous les lecteurs des Annales, chaque livraison comportera désormais la reproduction d'une sélection de ces fiches.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 22

Fiche n° 6464¹

K. PATTEISKY, Die Veränderung der Steinkohlen beim Ablauf der Inkohlung. *Les transformations du charbon au cours de la houillification*. — *Brennstoff-Chemie*, 1953, 18 mars, p. 75/82, 11 fig.

Le vitrain, élément de base pour la mesure du degré de houillification des charbons.

- 1) Rappel et description des quatre éléments distingués par C. Stopes : vitrain, durain, fusain, clarain.
- 2) Microstructure : vitrinite — micrinite — résinite — exinit.
- 3) L'étude du durain permet d'apprécier le degré de houillification par la nature des éléments qu'on y distingue au microscope et leur degré de conservation — Rappel de la subdivision classique du houiller en : Dinantien inférieur, moyen, supérieur — Namurien (A,B,C) — Westphalien (A, B, C, D.) — Stéphanien. Présence des Cordaïtes surtout marquée à partir du Westphalien B.
- 4) Comment on prélève et prépare des échantillons de vitrain et de durain.
- 5) Des conditions qui ont présidé au développement de la houillification.
- 6) Normes du degré de houillification (tableau).
- 7) Procédés physiques pour la détermination de ce degré.

IND. A 25412

Fiche n° 6371

X. Terrain houiller du Hainaut. — *Société Géologique de Belgique*, 1948, juin, Tome 71 (fascicule spécial) p B 313/B 457.

Journées des 27 et 28 juin 1948.

A. Renier : Quelques particularités du bassin houiller du Hainaut.

Ch. Stevens : Les nappes d'Harmignies et de Saint-Symphorien.

E. Demelonne : Coupe par le gisement houiller du Borinage et conditions d'exploitabilité dans l'avenir.

W. Van Leckwijck : Quelques observations sur les variations verticales des caractères lithologiques et fauniques de divers horizons marins du terrain houiller de Belgique.

J. Delecourt : Géochimie des eaux houillères du Hainaut.

J. Chalard : Faille Barrois et Cran de retour dans le groupe de Valenciennes.

V. Baty : A propos du raccord des gisements houillers supérieurs à la faille de Masse dans la région méridionale du Centre.

V. Baty : Remarque sur le processus de subsidence.

A. Pasiels : Considérations sur l'étude des faunes limniques du terrain houiller.

Ch. Ancion : Contribution à l'étude de la stratigraphie du bassin du Centre (Massif de Masse) : le raccord des suites des gisements de Mauraige, Bois du Luc, Bray, Ressaix-Leval-Péronnes-Ste-Aldegonde et Levant de Mons.

IND. A. 25420

Fiche n° 6376

X. Journées extraordinaires consacrées à l'étude du Houiller du Nord de la Belgique et du Limbourg hollandais. — *Société Géologique de Belgique*, 1949, 18 - 20 juin, Tome 72. (fascicule spécial).

Compte rendu général.

A. Renier : Sur les grès du Westphalien supérieur du Neeroeteren.

P. Stassen : Quelques wash-outs et dédoublements de couches dans le terrain houiller de Campine et les enseignements que l'on peut en tirer.

H. Chaudoir : Nouvelles recoupes de divers horizons marins du Westphalien de la Campine.

W. Van Leckwijck : Sur la sédimentation dans le terrain houiller de la Campine Belge à l'époque du Westphalien B inférieur (Zone d'Asch).

A. Delmer : Présentation d'un nouvel état du tableau stratigraphique des sondages, avalereses et travers-bancs du bassin houiller de la Campine.

A.A. Thiadens : Organisation du travail géologique dans le pays minier néerlandais. Résumé des recherches géologiques du terrain houiller néerlandais.

S. Van Der Heide : Corrélations stratigraphiques entre les bassins houillers de Liège, du Limbourg du Sud et de la Campine.

S.J. Dijkstra : La signification stratigraphique des spores.

L. Van der Waals : Quelques phénomènes tectoniques dans le terrain houiller néerlandais.

J. Stuffken : A propos de la détermination du poids spécifique des constituants du charbon. Application à la corrélation des couches.

W. J. Van Riel : Les résultats d'un levé gravimétrique au Limbourg du Sud Hollandais et quelques conclusions provisoires sur la tectonique de la Campine.

J. M. Deenen : Sur les clivages des houilles et des roches carbonifères.

F.C.M. Wijffels : Les rapports entre le degré géothermique et l'aéragé dans les mines.

Compte rendu des excursions géologiques du 20 juin 1949.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 33 et B 410 Fiche n° 6319

W. ROTHFLUCHS, Vergleich der Auffahrkosten von Flözstrecken für Strebau und für Pfeilerückbau in flachgelagerten mächtigen Flözen. Comparaison des prix de revient des creusements des voies pour exploitation par taille et par traçage et défilage dans des couches puissantes en plateure. — Glückauf. 1953, 28 février, p. 201/214. 21 fig.

Importance de l'étude pour décider de la reprise de la méthode par traçage et défilage avec reprise des piliers en rabattant, actuellement presque disparue dans la Ruhr. Analyse détaillée du prix de revient du creusement des voies en retard ou en avance sur l'abatage et des traçages; influence des conditions géologiques comme nombre et angle des accidents géologiques, avec la direction, angle des divers systèmes de clivages avec cette même direction; analyse des dépenses d'entretien pour voies au remblai d'un côté ou des deux côtés et pour les traçages. Dépenses de récupération de soutènement. Comparaison globale en faveur de l'exploitation par traçage et défilage. (Résumé Cerchar France).

IND. B 413 et B 423 Fiche n° 6579

J. VENTER et P. STASSEN. Exploitation par chambres et piliers dans les mines du Nord et du Pas-de-Calais. Inchar. Bulletin Technique Mines n° 37. 1953, 1^{er} janvier, p. 709/738. 17 fig.

A. Exploitation en plateure d'une couche de 3 m de puissance.

Découpage du panneau en « tranches » de 120 m par des montages « collecteurs » creusés sur pente, et en « relevés » de 60 m par des galeries « latérales » creusées en direction. Chaque relevé est attaqué par une série de chambres de 3 m de largeur creusées en montant à la rencontre de la latérale supérieure et ménageant entre elles des piliers de 12 m. Ces piliers sont repris de haut en bas par des recoupes successives en travaillant toujours du

massif solide vers la partie déhouillée. Les chantiers de défilage doivent rester alignés suivant une ligne formant un angle de 68° environ avec la direction de la couche. L'abatage se fait à l'explosif uniquement. Rendement quartier de 3,35 tonnes, mais grosse immobilisation de matériel (duck-bills et courroies transporteuses).

B. Exploitation en semi-dressant (35 à 45°) d'une couche de 1 m de puissance.

Découpage du panneau par des montages creusés à 45° de la direction de la couche, et reprise des piliers par petites tailles rabattantes descendantes, sur pente, de 20 m de longueur. La disposition du front en dents de scie est favorable au point de vue pressions de terrains et permet d'augmenter la longueur de fronts actifs pour une même hauteur de tranche. Charbon évacué par toles fixes.

C. « Slant method » en dressant. Découpage du panneau en piliers carrés de 10 à 15 m de côté par des montages inclinés de 35° et des recoupes perpendiculaires. Tir en bloc dans chacun de ces piliers par volées de 50 à 75 mines. Les piliers sont repris en descendant. Soutirage du charbon abattu au coin inférieur. Récupération de l'ordre de 90 % du charbon.

IND. B 72 Fiche n° 6333

K. STIER. Vermessungskreiselgerät mit optischer Richtungsabnahme. Compas gyroscopique avec lunette d'alignement. — Glückauf. 1953, 14 mars, p. 273/275. 3 fig.

L'introduction de l'électricité dans la mine a rendu l'emploi de la boussole de plus en plus aléatoire. Depuis 1914, des recherches ont eu pour but de lui substituer le compas gyroscopique.

Principe : une toupie libre (ici elle flotte dans un mélange d'eau, glycérine et benzol) tournant à une vitesse suffisante (ici on réalise un moteur asynchrone à 533 périodes pour tourner à 20.000 t/m) conserve la constance de son axe de rotation indépendamment des déplacements qu'on lui fait subir (à la vitesse citée la précision atteint la minute d'angle). On dispose donc d'une direction arbitraire invariable qu'on transporte d'une station à l'autre. Environ 200 levés ont été effectués en surface et dans le fond. Avec la collaboration de l'auteur, deux nouveaux modèles ont été créés en vue de réaliser :

- 1) la reproductibilité des lectures avec accroissement de la précision.
- 2) la simplification de l'emploi et de l'exécution des mesures.
- 3) la réduction du temps de mise en station.
- 4) la réduction des dimensions d'encombrement.
- 5) la réduction du nombre des accessoires.

Description détaillée avec coupe horizontale, verticale et vue extérieure de l'appareil antigrisouteux en matériau non magnétique. L'appareil est muni d'une lunette auxiliaire spéciale qui, par l'utilisation d'un miroir solidaire du gyroscope, permet une observation aisée des positions extrêmes de son axe. L'axe bouge par suite du mouvement de mutation

et donne lieu à deux lectures dont on doit prendre la moyenne.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. C 4215 Fiche n° 6428

S. PROCTOR. Design and manufacture of coal-cutter chains. Forme et fabrication des chaînes de haveuses. — Mining Elec. and Mechn. Eng. 1953 mars, p. 295/303. 15 fig.

Le premier type en usage a été la chaîne Gall simple à saillie porte-pic (fig.), elle a l'inconvénient que les plats de flanc flambent vers l'intérieur par suite de la poussée excentrique des pics externes. Pour les haveuses à sens unique, les Américains ont disposé un troisième rivet. En vue de permettre le havage dans les deux sens, on a solidarisé les deux plats suivant divers procédés : estampage et soudure ou soudure double. Un dernier mode plus rigide est constitué d'éléments complets d'une seule pièce, du type fourche avec pic à chaque élément qui possède de nombreux avantages. Au sujet de la matière, on utilise l'acier forgé à l'exclusion de l'acier coulé qui serait meilleur marché mais ne pourrait résister. La fabrication est analysée ainsi qu'une étude succincte des charges et des conditions à envisager.

Les chaînes flexibles dans les deux sens sont ensuite décrites. Elles comportent des pivots sphériques et sont utilisées dans les bras de havage courbés. Vues détaillées des assemblages.

IND. C 4220 et Q 1131 Fiche n° 6311

H. COLLINS. Face mechanization of thin seams. Results of experiments in Durham. La mécanisation de l'abatage dans les petites couches. Résultats des essais dans le Durham. — Iron & Coal. T. R. 1953, 13 mars, p. 601/603.

L'auteur rappelle sa conférence de Newcastle et les comptes rendus qui en ont été donnés (fiche n° 5225 — C 4220). Il expose les mises au point à la mine Thrislington (non repris dans l'article) et rappelle les échanges de vues qui ont suivi. Dans le Durham, il faut exploiter les 800 millions de t de charbon à coke répartis dans des couches dont l'ouverture est comprise entre 60 cm et 30 à 35 cm.

MM. H.R. King et R. Neill signalent qu'en Ecosse le même problème se pose pour des couches sensiblement plus dures, il y aurait probablement lieu de préhaver : accord de l'auteur. Des renseignements sont aussi demandés sur les étançons hydrauliques en tandem et sur l'opinion de l'auteur pour le choix du convoyeur à double ou simple chaîne pour le transport dans les courbes. L'écart des étançons hydrauliques jumelés varie avec la nature des terrains, théoriquement la progression est synchronisée et commandée par la manœuvre d'une seule vanne. En pratique, il y a un certain écart dans l'établissement de la pression. La progression prend l'allure d'une vague. Quant à la vitesse du rabot, elle est fonction de la dureté. L'outil se dégage mieux dans les pentes en ne havant qu'en mon-

tant. L'introduction du matériel ne présente pas de difficulté, c'est plutôt la sortie qui pourrait en avoir. Contre la rupture des câbles, on prévoit une section un peu plus forte en taille qu'en galerie. L'avancement dans une mine grisouteuse est limité par le dégagement du grisou. Dans les dérangements, tout dépend de la dureté du schiste.

IND. C. 4222 Fiche n° 6923

K. BRANDI. Neue Wege für schälende Kohlen-gewinnung. Nouveautés dans l'abatage par rabotage. — Glückauf. 1953, 11 avril, p. 345/355. 22 fig. 2 tableaux.

Après avoir rappelé l'évolution du rabot rapide Löbbe, l'auteur décrit le « Anbauhobel », ou installation de rabotage « amovible », mis au point en collaboration par la firme Westfalia et la mine Prosper (Ruhr). Cette nouvelle version du rabot rapide se caractérise par les points suivants :

— l'installation de rabotage est actionnée par des moteurs réversibles, indépendants de ceux du convoyeur, mais montés à côté de ceux-ci, au pied ou à la tête de taille. On obtient de cette manière une répartition plus favorable des tractions sur la chaîne du rabot.

— le rabot est actionné soit par deux moteurs simultanément (et non plus alternativement comme dans le système Löbbe), soit par un seul moteur. Dans ce dernier cas, la poulie de renvoi sur laquelle passe la chaîne du rabot peut être montée sur le convoyeur en n'importe quel point de la taille. Il est donc possible de ne raboter qu'une partie de la taille ou même deux parties, une au pied et une en tête de taille, séparées par exemple par un dérangement. Seul le convoyeur passe dans la zone non rabotée.

— l'installation de rabotage peut être montée, démontée ou déplacée très facilement et rapidement sur les convoyeurs classiques PF1 et PH0.

L'article décrit en détail le montage, l'installation électrique et trois exemples d'application. La firme Westfalia se prépare à la construction en série. Elle envisage également d'adjoindre à la poulie de retour, fixée en un point quelconque du convoyeur, un moteur auxiliaire de 20 kW permettant d'augmenter la distance de rabotage limitée actuellement à 175 m pour un seul moteur.

IND. C 4223 Fiche n° 6588

X. Stripping at Brackley (Samson stripper). Rabotage à Brackley (rabot Samson). — Colliery Engineering. 1953 avril, p. 137/145. 10 fig.

Essais de rabotage dans des conditions difficiles mais, en quelques mois, le personnel apprécie les avantages du nouvel engin. Taille de 126 m de longueur, deux havées par jour en travaillant à deux postes. Puis, la longueur de la taille passe à 160 m et le rendement global de chantier atteint 4 t contre 2,5 t antérieurement. Puissance exploitée : 1,50 m, on abandonne 15 cm de charbon au toit et 30 cm de charbon au mur. Etançons Dowty et bèles métalliques. A l'improviste, les conditions ont changé

défavorablement : fissurations et toit délitéux ont entraîné des chutes importantes de pierres à mettre au remblai, réduction de la longueur de la taille, charbon plus dur. On essaya du préhavage mais les résultats furent négatifs : trop de temps. On espère que la mauvaise zone ne durera plus longtemps et que l'on reviendra au rendement initial. Au cours des essais, le stripper s'enfonçait dans le faux mur; on a éliminé la difficulté en enlevant les 17 cm de schiste friable et en avançant sur le charbon.

Pas d'ennuis mécaniques — dans l'ensemble on a obtenu des résultats satisfaisants.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTÈNEMENT.

IND. D 21 Fiche n° 6596

L. CALEMBERT. Dégâts miniers et phénomènes de dissolution dans le bassin houiller de Liège. *Annales des Mines de Belgique*. 1953, mars, p. 184/193. 6 fig.

De nombreuses concessions des bassins houillers de Liège et de Herve comportent, dans les mortsterrains, des formations de craie et de tuffeau d'une épaisseur variable. Dans ces régions, les roches solubles participent à un cycle d'érosion karstique et si, d'une manière générale, les influences en surface sont faibles et relativement homogènes, il existe en de nombreux points des actions souterraines de dissolution suffisamment intenses pour produire des dégradations considérables.

Cependant, malgré l'observation de tels phénomènes en dehors des zones déhouillées, avant le commencement de toute exploitation ou après le terme communément assigné aux influences minières, leur intervention est rarement invoquée et encore moins reconnue comme l'une des causes étrangères produisant — en tout ou en partie — les dommages constatés en zone d'influence minière ancienne ou actuelle.

L'auteur décrit la série sédimentaire à considérer pour mettre en évidence, non seulement l'évolution des phénomènes de dissolution, mais aussi les modifications qui affectent l'équilibre des terrains surincombants. Il expose divers cas pour lesquels l'influence naturelle est incontestable, bien qu'il soit impossible de préciser quantitativement l'action de la dissolution qui combine souvent ses effets à des cassures d'origine minière.

L'article s'achève par des suggestions qui permettraient la mise au point d'une enquête préliminaire et de méthodes d'examen dont l'absence conduit aujourd'hui à des expertises de pure routine, à une information souvent inexacte des magistrats et à des erreurs dans le domaine de l'urbanisme. Les difficultés réelles de l'étude des dissolutions souterraines comme des autres causes géologiques actuelles ne sont pas une raison suffisante de nier leur évidence et de négliger les profondes répercussions juridiques, économiques et sociales de ces phénomènes dans la région industrielle liégeoise.

IND. D 222 et D 60 Fiche n° 6331

C. STEPHAN & P. GOBEL. Die Einwirkung des Gebirgsdrucks auf Querschläge nach Erfahrungen der Zeche Prosper. *L'influence des pressions de terrain sur les boueux d'après l'expérience de la mine Prosper*. — Glückauf. 1953, 14 mars, p. 249/255. 17 fig.

L'auteur montre au moyen de deux exemples pratiques l'influence de l'exploitation d'une couche en plateau sur des boueux creusés au-dessus ou en dessous de cette couche. Les essais ont montré qu'un soutènement coulissant approprié permet de maîtriser les pressions de terrain. A la mine Prosper III, en vue de réduire les frais d'entretien, on a exploité les couches supérieures ou inférieures par petites tailles montantes avec remblais. Les cadres Toussaint-Heintzmann se sont bien comportés.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 1122 Fiche n° 6405

CHARBONNAGES DE FRANCE. Couloir oscillant ripable non blindé. *Bull. d'Inf. Technique*. 1953, février, p. 2/7. 5 fig.

Ce moyen de transport trouve dans plusieurs mines allemandes un certain intérêt du fait de sa simplicité, de son prix et de son économie d'application. Cet intérêt est accru quand le couloir oscillant est ripable.

La note décrit un tel type de convoyeur et donne les éléments d'appréciation dégagés par une mine allemande où des comparaisons ont été faites entre différents moyens d'évacuation en taille; on a établi l'avantage du couloir oscillant.

IND. E 1315 Fiche n° 6918

E. SIMPSON. Longwall bottom-belt conveying in thin seams on Vancouver Island. *Convoyeur à brin inférieur porteur dans les couches minces de l'île de Vancouver*. — *Canadian Min. & Metall. Bulletin*. 1953, mars, p. 140/146.

Dans cette région, la faible ouverture des couches fait que la mécanisation y est moins développée qu'aux E. U. et dans le reste du Canada. Le gisement pend vers le N-E et présente des redoublements ainsi que quelques grandes failles et nombre de plus petites. A la mine n° 8, la couche n° 2 a une ouverture variant de 1 m à 1,35 m, la pente est d'environ 7°. La hausse des salaires et des matières a entraîné un effort de relèvement du rendement qui était assez faible. L'exploitation s'y fait par longues tailles chassantes avec couloirs oscillants, locomotives à accus sur le transport principal. Les tailles simples ont 90 m et sont disposées en gradins droits. Le niveau inférieur est en avance de 15 m pour faciliter la manœuvre des berlines au chargement. Roulage équilibré. Les doubles tailles ont 180 m et l'air retourne par la voie centrale. Inconvénient : extraction peu élevée, grand entretien en mauvais terrains. Grande main d'œuvre au transport, faible rendement du personnel des plans inclinés. En vue d'améliorer cette situation, le transport

en chantiers à été partout remplacé par des convoyeurs à bande, le transport en tailles par des convoyeurs à brin inférieur porteur. Les doubles tailles ont l'évacuation centrale; l'entretien des voies est ainsi réduit à moitié. La suppression des batteries de rouleaux sous le brin porteur dans les tailles a fait l'objet de nombreuses discussions et a été finalement adoptée : le mur étant schisteux, ce sont les menus schistes et charbon qui servent de rouleaux. Exposé détaillé de l'exploitation. Le rendement du chantier qui était de 2,4 t en simples tailles et 3,5 t dans les doubles est passé respectivement à 4,7 t et 5,3 t.

IND. E 254 Fiche n° 6322

H. STOLL. Ungesteuerten Weichen für zwei-polige Oberleitungen unter Tage. *Bifurcations fixes pour fils de trolley doubles au fond*. — Glückauf. 1953, 28 février, n° 9-10, p. 225/227, 5 fig.

Avantages de la traction électrique avec deux fils de trolley pour éviter le retour du courant par les rails et les courants vagabonds. Pour le passage du sabot de prise de courant aux bifurcations, il faut sur le fil des aiguillages spéciaux : soit mobiles (manœuvrés en même temps que l'aiguillage de la voie), soit à ressort, soit fixes. Ces derniers sont plus robustes et demandent moins d'entretien. Description d'un modèle mis au point par Siemens. Détail de la pose. Installation d'essai à la mine Königin Elisabeth (Essen-Frillendorf). Mise au point d'un système de prise de courant comportant deux sabots sur chaque fil permettant le passage de croisées isolées sans coupure du courant et ne nécessitant aucune manœuvre des perches lors du renversement du sens de marche. Avantages de cette solution par rapport à celle du pantographe à archet avec lequel il est impossible d'éviter les points morts aux croisées et de protéger les fils de trolley contre les contacts accidentels.

IND. E 444 Fiche n° 6919

A. Mc CLELLAND. Winding ropes — Safety and control. *Câbles d'extraction — Sécurité et contrôle. Colliery Guardian Overseas Supplement* — Summer 1951, p. 21/27. 7 fig. Traduction dans *Pact*. 1953, avril, p. 154/163. 7 fig.

Le câble d'extraction présente à l'heure actuelle une sécurité absolue, pour autant qu'il soit soumis à des contrôles fréquents et réguliers exercés par des personnes compétentes.

Le fait de se servir du même câble à la fois pour l'extraction des produits et la translation du personnel assure à ce dernier une sécurité très grande, puisque la charge transportée en personnel est de loin inférieure à celle transportée en matériel et que, de ce fait, le câble est soumis à des épreuves répétées.

L'état d'un câble fonctionnant sur tambour peut presque toujours être déterminé par un examen attentif de la surface extérieure du câble, joint à un examen des fils intérieurs prélevés sur un bout de câble coupé à la patte.

On peut déterminer de la sorte le type de détérioration en service et l'importance de cette dernière.

Lorsqu'il s'agit de câbles Koepe, dont on ne peut pas couper le bout de la patte, l'examen de fils intérieurs des câbles déposés antérieurement peut être d'un grand secours. Quant à la nature des fils utilisés pour la fabrication des câbles, il faut éviter ceux dont l'acier présente une résistance trop grande supérieure à 205 kg/mm². On peut y arriver en diminuant les charges transportées, en construisant les cages en alliage léger ou en adoptant l'extraction par skips ou à câbles multiples.

Le fil d'acier galvanisé avant la dernière phase de tréfilage, dit « galvanisé poli », paraît préférable pour s'opposer à la corrosion qui est la cause principale de la détérioration des fils. Il faut de toute façon prendre le plus grand soin pour le graissage des câbles. Les fils tréfilés au bain renfermant du sulfate de cuivre doivent être rejetés car, lorsqu'une fissure se produit dans la couche de cuivre, la corrosion est grandement favorisée par le contact cuivre-acier. L'auteur recommande d'abandonner la patte du type à fils repliés et douille conique, trop souvent sujette à confection défectueuse, et recommande la patte coulée, à condition que les fils soient scrupuleusement nettoyés et que l'on procède suivant les recommandations de la spécification B.S.643.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. F 11 et F 50 Fiche n° 6338

O. KUHN. Aus der Tätigkeit des Ausschusses für Wettertechnik bei der Deutschen Kohlenbergbau-leitung. *Activité de la Commission pour la technique de la ventilation près de la D.K.B.L.* — Glückauf. 1953, 14 mars, p. 278/282. 7 fig.

Cette Commission est chargée d'assurer l'échange des acquis expérimentaux des diverses mines de charbon dans le domaine de la ventilation, elle travaille en collaboration étroite avec le bureau de l'économie de l'aéragé, de la caisse commune des charbonnages Westphaliens à Bochum. Son activité antérieure à l'été 1951 a déjà été rapportée (Glückauf n° 87, 1951, p. 711/714). Ce rapport concerne les travaux récents : il cite une étude sur la mine Lohberg par le Dr. Hoffmann. Un diagramme des dégagements de chaleur de diverses sources (roches, oxydation, énergie électrique, air comprimé et condensations, arrosage du charbon) pour un développement de travaux atteignant 4000 m (dont 450 m de tailles). Un autre donne l'abaissement de température en fonction du débit d'air : surtout sensible jusqu'à 10 m³/sec. Une analogie électrique a été réalisée en vue des études.

Description des premiers modèles et de la réalisation définitive.

Vue de la chambre réservée au câblage.

L'influence de l'exploitation par foudroyage ou par remblai complet a été étudiée à la mine Radbot — charbon gras, couche Caroline (2 m de puissance) à 940 m. La chute de température est la plus grande pour le remblayage pneumatique.

Les études réalisées dans les autres mines sont également passées en revue.

IND. F 11 Fiche n° 6924

Y. HIRAMATSU. Ermittlung der Stärke von Wetterströmen in Grubenwetternetzen nach Formeln für den elektrischen Strom. *Résolution de réseaux de ventilation au moyen de l'analogie électrique.* — *Gluckauf*, 1953, 11 avril, p. 355/359. 6 fig.

Pour chaque élément d'un réseau d'aérage s'applique la loi quadratique $p = RQ^2$; on assimile ce réseau à un réseau électrique composé de résistances ohmiques, en faisant correspondre des intensités aux débits, des potentiels aux pressions, et des résistances ohmiques variables aux produits $R.Q$. Un modèle électrique composé de résistances réglables permet de résoudre le système linéaire ainsi défini. Comme la résistance de chaque branchement dépend du débit, il faut travailler par approximations successives. A chaque étape, on donne à chaque branchement une résistance $q'' = 1/2 (q' + RQ)$, R étant la résistance aérodynamique du branchement considéré, et q' et Q' respectivement la résistance ohmique et le débit correspondant à ce branchement dans l'approximation précédente. La convergence du procédé est plus rapide que celle des procédés purement arithmétiques.

(NdlR : le procédé décrit ici est pratiquement identique à celui de Scott, *Colliery Engineering*, 1952, octobre — fiche n° 5356).

IND. F 15 Fiche n° 6904

BRITISH THOMSTON - HOUSTON Co. Automatic air - lock doors. *Fermeture automatique de sas.* — *Colliery Engineering*, 1953, avril, p. 163/164 1 fig.

Dispositif de sas à commande hydro-électrique. Les poussoirs sont à faible course et prévus pour action dans le plan vertical. Vue d'une installation avec mouvement à bascule de porte équilibrée. Le fonctionnement comporte l'action simultanée des deux poussoirs; sur leur axe commun sont calés deux leviers courts qui ouvrent d'abord le guichet d'égalisation des pressions, celui-ci en position ouverte actionne un levier qui décale la porte principale. Les portes sont protégées par des tampons d'arrêt contre le choc des berlines à vitesse exagérée. Il existe plusieurs dispositifs de commande, soit à bouton-poussoir pour commande intermittente, soit entièrement automatique avec circuits de sécurité intrinsèque. Il existe notamment un dispositif à double porte où la première s'ouvre avant l'arrivée du wagonnet et se ferme après son passage avant que la seconde ne s'ouvre. Si, toutefois, la vitesse des berlines est grande, on prévoit des tocs régulateurs dans l'intervalle des portes.

IND. F 24 Fiche n° 6561

M. STEINITZ. Firedamp drainage trials at Stafford colliery. *Captage de grisou, essais à la mine Stafford.* — *Colliery Guardian*, 1953, 2 avril, p. 403/406. 4 fig.

La mine Stafford est située dans la division Centre-Ouest; des essais de captage ont été réalisés dans la couche Bowling-Alley à la profondeur de 900 m. La couche n'est pas essentiellement grisouteuse car à d'autres sièges voisins elle est havée électriquement. Dans le chantier le dégagement atteignait 84 m³ par tonne de charbon extrait. On éprouva des difficultés pour les premiers forages jusqu'au moment où l'on a pu disposer d'une foreuse Nüsse & Gräfer. Le sondage débute à partir d'une hauteur de 12 m, le débit n'augmente presque plus au delà de 30 m. Les sondages sont espacés de 35 m environ. La quantité de grisou captée correspond très approximativement à la diminution de la teneur en grisou de l'aérage. Les essais ont montré que la quantité de grisou captée permet de payer des installations à la surface pour son utilisation.

IND. F 31 Fiche n° 6565

BARTOSCH. Connaissances acquises en Autriche sur les arrêts-barrages à eau. *Résumé dans la Revue de l'Industrie Minière*, 1953, mars p. 266/267. 1 fig.

Une explosion de grisou et de poussières à la mine Fohnsdorf a montré en 1943 l'inutilité des arrêts-barrages à matériaux stériles quand la mine est humide; des arrêts-barrages à eau furent donc installés dans la suite et montrèrent leur efficacité au cours d'une nouvelle explosion en 1950. Derrière les arrêts-barrages, on n'a relevé aucun indice de combustion et les seuls accidents ont été provoqués par les effets de souffle. Vue de la disposition des auges au 1/3 supérieur de la galerie, contenance 200 litres/m² de section de galerie.

IND. F 43 Fiche n° 6339

A. HOUBERECHTS et G. DEQUELDRE. Contrôle de l'efficacité des masques filtrants. *Inst. d'Hygiène des Mines, Comm. n° 103*, 1953, 28 février, 21 p. 5 fig.

Compte tenu des récentes acquisitions de la physique et de la médecine dans le domaine des fines poussières, en s'inspirant des données physiologiques de la respiration, il est possible de contrôler les masques antipoussières d'une façon très sévère, en sélectionnant les appareils commodes et efficaces dans la lutte contre les poussières nocives.

Importance de la granulométrie des poussières en suspension : exposé du mécanisme de l'élimination, par le poumon sain, des poussières, suivant leur degré de finesse : intervention des cils vibratils. Dans certaines circonstances, ce mécanisme est débordé : ainsi naissent les pneumoconioses, d'où l'importance de la granulométrie. Pouvoir de rétention seulement efficace s'il s'applique aux poussières < 5 μ ou mieux < 3 μ.

Réglementations et recommandations — points à envisager :

1) rétention des poussières susdites — 2) résistance à la respiration — 3) colmatage et décolmatage — 4) facilité du port sans fatigue.

Point supplémentaire : élimination aussi complète que possible du CO₂ expiré par réduction du volume intérieur et contrepression du clapet d'expiration aussi faible que possible.

Points à retenir dans les protocoles étrangers : France : poussière type à l'azur de méthylène.

Allemagne : poumon artificiel à fréquence et volume d'inspiration réglable.

Apport de l'I.H.M. : contrôle d'efficacité par la détermination des courbes granulométriques avant et après passage dans le masque — essais antérieurs avec débit d'air continu et assez faible (20 l/min) — sélection de masques très satisfaisants dans ces conditions. Pour se rapprocher de la réalité, une station avec poumon artificiel vient d'être installée et est décrite (fig.).

Conclusion : Les épreuves fonctionnelles ont pour but de déterminer chez un sujet sa capacité vitale, l'air résiduel, le volume pulmonaire total, le volume respiratoire courant, les volumes inspiratoires et expiratoires de réserve, la teneur en CO₂ et O₂ de l'air expiré, la saturation du sang en oxyhémoglobine. Les mêmes essais sur des sujets porteurs de masques définiront le degré de commodité des appareils.

IND. F 440 Fiche n° 6599

A. HOUBERECHTS, E. DEMELENNE, J. STASSEN. La lutte contre les poussières — Réunion d'experts à Genève (1^{er} au 17-12-52). *Ann. des Mines de Belgique*, 1953, mars, p. 216/235. 14 fig.

On peut admettre, aujourd'hui, avec certitude que le risque coniotique dépend de l'action de quatre facteurs, à savoir : le taux de concentration des poussières, la finesse des poussières, la durée de l'exposition aux poussières et enfin la nature de la poussière.

La connaissance de la concentration des poussières en suspension dans l'air est essentielle pour orienter les mesures de prévention et de suppression des poussières.

C'est pour cette raison que, dans la présente livraison des A.M.B., est seule traitée, à cause de l'importance du problème, la question relative à « l'échantillonnage, la Mesure et l'Analyse des poussières ». Après avoir sommairement décrit les appareils d'échantillonnage, les auteurs abordent l'étude du processus de l'échantillonnage courant, de la mesure et de l'analyse des poussières en laboratoire, en tenant compte à la fois de l'objectif du « médecin » et de l'objectif de « l'ingénieur ».

Enfin, pour permettre de comparer les conditions régnant dans les ateliers de travail des mines avec les taux admissibles fixés par des normes, il est nécessaire de disposer de tableaux bien ordonnés des contrôles d'empoussiérement. Ces derniers permettent également de se rendre compte des progrès accomplis dans le programme de la lutte contre les poussières et indiquent quels sont les

endroits où des mesures de prévention et de suppression des poussières sont à prendre.

IND. F. 442 Fiche n° 6937

G. BROOMHEAD et J. BURDEKIN. A study of the Leitz tyndallometer. Une étude sur le tyndallomètre de Leitz. — *Safety in Mines Research Establishment*, n° 61, 1953 février, 37 p. 14 fig.

Cet instrument mesurant directement la lumière diffractée dans un nuage de poussière par un rayon de lumière parallèle et utilisé dans l'étude des nuages naturels ou artificiels de poussières. La pratique montre qu'on obtient une valeur immédiate de la concentration pour autant que l'appareil soit calibré pour une situation analogue. La relation d'intensité de lumière-concentration dépend de la granulométrie et de la nature de la poussière.

Avant d'être utilisable dans la mine, il doit être soumis à l'agrément pour le grisou.

C'est en 1871 que Rayleigh a montré que pour les particules très petites la lumière diffractée est proportionnelle au nombre de particules et à la sixième puissance du diamètre.

Tolman (et d'autres) en 1919 a montré que, pour des particules de diamètre plus grand (de l'ordre de la longueur d'onde de la lumière et plus), l'intensité diffractée devient proportionnelle au nombre de particules et au carré seulement du diamètre.

En cas de mélange, la formule est complexe. Description détaillée de l'appareil et résultats d'essais comparés avec le précipitateur thermique.

La relation entre l'intensité diffractée et la concentration en mg/m³ se traduit en diagramme par une droite partant de l'origine à coefficient angulaire variable : ce sont les « lignes de régression ».

IND. F 53 Fiche n° 6341

A. HOUBERECHTS. La climatisation des chantiers miniers chauds et humides. *Revue de l'Industrie Minière*, 1953, février, p. 135/150. 6 fig.

1) Le problème climatique dans les mines profondes. La vie humaine n'est possible que dans les limites étroites de température. L'apport de calories, dû au métabolisme spécialement intense pendant un travail lourd, contrarie la température normale de la peau : 33 à 34°, la température interne étant comprise entre 36,5 et 37,5°C. Seule la sudation peut encore évacuer des calories et elle cesse en atmosphère saturée. D'où définition de la température effective $t_e = 0,9 t_h + 0,1 t_a$ qui doit être < 34°C. La durée du travail peut rester normale tant que $t_e < 31°$. Dans les puits, par suite de la compression, la température de l'air monte de 1° par 100 m.

2) Facteurs déterminants du climat dans la taille. Ils découlent du bilan thermique — hypothèses simplificatrices : $t = t_h = t_a$ à l'entrée de la taille, à la sortie $t = 30°$. Dans un diagramme où le débit d'air en kg est la variable et où la chaleur évacuée fournit les ordonnées, on obtient des droites passant par l'origine, le coefficient angulaire dépendant de la température

d'entrée. Pour une production donnée en centaines de tonnes par poste, la chaleur totale à évacuer est proportionnelle à l'écart de température, quand le débit d'air grandit, la quantité de chaleur par heure diminue. Les courbes d'isotonnage sont des hyperboles.

- 5) Influence de l'équipement mécanique sur le climat en taille : l'avantage est en faveur de l'air comprimé qui apporte environ 10 frigories par kg d'air comprimé. Ainsi une taille utilisant 100 CV bénéficie d'un écart de 150.000 cal/h en faveur de l'air comprimé par rapport à l'électricité.
- 4) Amélioration du climat par la ventilation. Rappel des mesures faites dans le puits du Gosson et vérification au Bois du Cazier. Tableau des pertes de charge dans les puits en fonction du guidonnage.
- 5) Réduction de la température à l'entrée par : refroidissement de l'air comprimé, élimination des sources de chaleur aux environs des puits d'entrée, placement des tuyauteries d'exhaure au puits de sortie — extraction par ce dernier. Remplacement des locos Diesel par des électriques.
- 6) Abaissement artificiel de la température : exposé des méthodes.
- 7) Installations des Liégeois.
- 8) Rieu du Cœur.

IND. F 70

Fiche n° 6427

E. RICHFORD. The development and importance of mine lighting. *Le progrès et l'importance de l'éclairage dans les mines.* — *Mining Elec. and Mechan. Eng.* 1953, mars p. 279/282).

Histoire de la lampe de sûreté depuis 1710 — année du plus ancien rapport sur une explosion de grisou en Belgique. — 1750, Humbolt — lampe alimentée par air indépendant. — 1815, nombreux coups de grisou. — Lampes de Davy, Stephenson, Mueseler, Marsant. — 1867, notion de vitesse limite à partir de laquelle la flamme traverse les tamis. Enfin la première lampe électrique portable de Sussman de 1,8 kg vers 1897 à la mine Murton.

Les progrès de la réglementation sont aussi signalés : en 1911, la loi minière autorisait les lampes de sécurité de tout type — en 1952, pour combattre le nystagmus, on exigeait 2,7 lux que les lampes de l'époque pouvaient difficilement fournir. En 1945, le comité technique estime que 4,5 lux doit être la norme souhaitable. La lampe à flamme est considérée comme démodée. En 1946, à la suite de 56 inspections de lampes au chapeau, effectuées dans 30 charbonnages, on constate que 80 % de ces lampes donnent moins de 60 % de la lumière fournie aux essais. Depuis cette époque, l'usage du photomètre se développe. D'autre part, les efforts se portent vers l'éclairage collectif en galeries et vers l'accroissement du pouvoir réflecteur en chantier par le blanchiment des parois et les essais des pouvoirs réflecteurs de couleurs diverses. En 1951, des essais limités dans le district d'Ayr

ont montré que les ampoules ordinaires donnaient de 3,6 à 10,50 lux, tandis que les tubes fluorescents donnent jusqu'à 24 lux. L'auteur conclut qu'il reste encore beaucoup de progrès et l'organisation possible dans le domaine de l'éclairage, ce qui accroîtra la santé et la sécurité du personnel et ne nuira certainement pas au rendement.

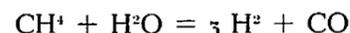
H. ENERGIE.

IND. H 331

Fiche n° 6548

R. de BROUWER. L'usine de conversion de grisou de Mont-Ste-Aldegonde. *Revue Générale du Gaz.* 1952, mai-juin, p. 101/104. 7 fig.

Distrigaz a réalisé dans le courant de l'année 1951 une usine pour la transformation du grisou en gaz d'éclairage. Le procédé choisi est celui de la Gas-Machinery de Cleveland (Ohio). On utilise des tubes en carborandum dans lesquels on fait circuler un mélange d'air, de vapeur d'eau et de grisou qu'on porte aux environs de 800° en présence de catalyseur. La réaction de base est :



Une troisième caractéristique du procédé est son automaticité et la possibilité du contrôle à distance.

Exposé des réactions réalisées, description de l'usine et vues diverses des installations.

IND. H 430 et H 534

Fiche n° 6327

O. MULLER. Anforderungen an NH-Sicherungen und ihre Wirkungsweise. *Conditions à remplir par les fusibles BT à haut pouvoir de coupure et leur fonctionnement.* — *Elektrotechnische Zeitschrift.* A. 1953, mars, n° 6, p. 174/177. 7 fig. 1 tabl.

Ces fusibles peuvent couper des courants de court-circuit jusqu'à 50 kA sous 500 V. Une construction spéciale limite leur échauffement et supprime leur vieillissement sous l'action des courants de surcharge. On obtient ainsi une limite de coupure très précise au-dessus de laquelle la fusion se produit rapidement et en dessous de laquelle le fusible ne se détériore pas, même après un temps assez long.

Ces propriétés s'obtiennent de différentes manières. Une première solution utilise un fusible pilote dont la fusion provoque la surcharge du fusible principal avec lequel il est en parallèle, et qui fond alors rapidement. Dans un autre type de construction, l'élévation de température provoque à un moment donné une réaction chimique ou une transformation métallurgique des différents matériaux dont est constitué le fusible. Dans ces deux systèmes, l'action destructrice devient donc annulatrice à partir d'une intensité bien déterminée, et il y a une nette distinction entre le fonctionnement et le non fonctionnement. La zone intermédiaire de fonctionnement douteux est réduite au minimum, ce qui permet de calibrer plus exactement les fusibles et de mieux utiliser les câbles.

IND. H 532

Fiche n° 6329

J. GONSIOR. Der Selbstschalter als Kabelschutzschalter unter Tage. *Protection des câbles du fond par disjoncteurs électromagnétiques.* — *Bergfreiheit.* 1953, février, n° 2, p. 40/46, 3 fig. 8 tabl.

L'auteur compare d'une manière approfondie la protection des câbles contre les courts-circuits, d'une part au moyen de fusibles, d'autre part au moyen de disjoncteurs électromagnétiques. En partant des chutes de tension admissibles, on peut déterminer les intensités de court-circuit minimum probables et fixer la valeur du seuil de déclenchement des disjoncteurs. Il est inutile de fixer ce seuil trop bas. Pour les relais électromagnétiques, il est en général inutile de descendre en dessous de 4 fois la valeur fixée pour les relais thermiques.

Les relais électro-dynamiques répondent mieux à cet office que les fusibles. Ils permettent une meilleure utilisation de la capacité des câbles.

Des tableaux donnent le calibre des fusibles et le réglage des relais pour diverses longueurs et sections de câbles à 1000 et 500 V.

IND. H. 533 et H 15

Fiche n° 6326

W. KIEFER. Schlagwettergeschütztes elektromagnetisches Druckluftventil. — *Vanne électromagnétique antigrisouteuse.* — *Siemens Zeitschrift.* 1953, février n° 1, p. 48/49. 2 fig.

Siemens construit une vanne destinée à la télécommande par circuit électrique d'un appareil à air comprimé quelconque : moteur auxiliaire de convoyeur blindé, embrayage pneumatique du rabot rapide, portes de trémies-doseuses des installations d'extraction par skips, contacteurs ou disjoncteurs pneumatiques, etc. Elle joue le rôle d'un robinet à trois voies pourvues de filetages d'un pouce. Elle comporte essentiellement un électro-aimant dont l'armature agit sur une petite vanne auxiliaire. Celle-ci admet l'air comprimé dans une chambre fermée par une membrane dont la déformation agit sur la vanne principale en forme de soupape à double siège. Une clé spéciale permet de manœuvrer la vanne à la main. L'exécution satisfait à la fois aux prescriptions de la « Erhöhte Sicherheit » allemande et des carters antidéflagrants étrangers.

IND. H 55

Fiche n° 6928

E. GLEIM, J. MARCY. Etude des facteurs responsables des surpressions enregistrées dans les épreuves des carters antidéflagrants. *Revue de l'Industrie Minière.* 1953, février p. 179/182.

Résumé d'une Communication à la 7^e Conférence Internationale des Directeurs des Stations d'Essais, à Buxton. Expériences effectuées au Bureau of Mines des E.U. pour déterminer la pression provoquée par une explosion de grisou à l'intérieur d'un carter antidéflagrant de 125 × 50 × 50 cm. La pression, qui atteint 5,6 kg/cm² quand le carter est vide, peut monter jusqu'à 11,7 kg/cm² quand il est divisé en deux parties par une cloison percée d'un trou. La pression atteinte dépend d'ailleurs (variation atteignant 5 kg/cm²) de la position du

point d'inflammation. Les valeurs les plus élevées sont obtenues dans le compartiment où ne se trouve pas le point d'inflammation. Dans certains cas, l'explosion prend l'allure d'une détonation.

IND. H 55

Fiche n° 6326

F. HULSBERG. Nouveau problème posé par la protection antidéflagrante des appareils électriques. *Revue de l'Industrie Minière.* 1953, février, p. 186/189. 3 fig.

Communication à la 7^e Conférence Internationale des Directeurs de Stations d'Essais, à Buxton.

Mise en défaut des joints antidéflagrants réglementaires par la projection à travers le joint de particules de cuivre incandescentes volatilisées par un court-circuit interne. L'inflammation ne se propage à l'extérieur que si la cause initiale de l'ignition dégage suffisamment d'énergie (une étincelle ne suffit pas : il faut un arc) et si le carter est rempli lui-même d'un mélange explosif. Les poussières de charbon incandescentes chassées à travers le joint sont incapables d'enflammer le grisou à l'extérieur.

Les projections de particules sont efficacement arrêtées par un joint présentant une déviation à angle droit et, a fortiori, par un joint en labyrinthe.

IND. H. 55

Fiche n° 6927

R. TAILLANDIER. Matériel électrique protégé par un isolant. *Revue de l'Industrie Minière.* 1953 février, p. 183/185, 2 fig.

Résumé d'une communication à la 7^e Conférence Internationale des Directeurs de Stations d'Essais.

Protection des appareils électriques ne produisant normalement pas d'étincelles (transformateurs) par une couche d'épaisseur déterminée d'un isolant liquide ou pulvérulent, au lieu de la protection par carter antidéflagrant. Essais effectués pour déterminer l'épaisseur minimum assurant la protection en cas de court-circuit : 10 cm pour le quartz, 5 cm pour le quartz avec écran isolant, 10 cm pour le pyraline, 6,5 cm pour le pyraline avec écran.

Risque d'inflammation des poussières de charbon déposées sur des parois chaudes. Influence de l'épaisseur de la couche. Température maximum admissible de 200°C. Applications : transformateurs, résistances, presses à vulcaniser.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES CHARBONS.

IND. I 340

Fiche n° 6547

W. OLDS et M. KLEIN. Préparation des charbons. Densimètre pour les installations de liqueur dense. *Mechanization.* 1952, juin. *Charb. de France.* Bull. Inf. tech. 1953, février, p. 16, 1 fig.

Densimètre formé d'un tube de caoutchouc enroulé en hélice et enfoncé dans un réservoir. On y fait circuler un circuit dérivé de la suspension dense sous une charge de 4 à 5 m. La pesée du réservoir permet de déterminer la densité de la suspension au millième près. L'appareil n'exige pratiquement aucun entretien.

IND. I 41

Fiche n° 6363

E. BROCKE. Feinkohlenentwässerung auf der Zeche Jacobi durch Schleudern mit vorgeschalteter Kammerschleuse und Radialsiebanlage. — *Egouttage des fines lavées à la mine Jacobi par des oreuses précédées de grilles à chambres et de cribles radiaux.* — *Glückauf*, 1953, 14 mars, p. 256/263. 15 fig.

Résultats très détaillés de cinq essais effectués sur l'installation d'égouttage de la mine Jacobi.

Description de cette installation et des appareils utilisés pour mesurer les débits et prélever les échantillons.

Le facteur variable lors des cinq essais est la quantité de produit soutiré à la grille à chambre.

Les conclusions de ces essais sont les suivantes :

Capacité d'égouttage (en m³/h/m² de surface de grille) très élevée pour la grille à chambre et le crible radial.

Dégradation du produit assez importante dans l'essoreuse mais, si l'égouttage préalable est suffisant, le produit de dégradation reste en grande partie dans le produit essoré.

Malgré les variations importantes de conditions de marche, la teneur en humidité des produits essorés est toujours restée voisine de 6 %.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. P 1222

Fiche n° 6932

G. RAUER. Die Unfallhäufigkeit bei Bruchbau und bei Vollversatz. *L'incidence du foudroyage ou du remblayage complet sur la fréquence des accidents.* — *Glückauf*, 1953, 11 avril, p. 359/362.

La méthode par foudroyage dans la Ruhr a atteint son maximum de développement au cours de l'année 1950 où le pourcentage d'extraction par cette méthode a atteint 58 %, il est tombé à 56,5 en 1951 et 55,7 en 1952. Le remblayage complet est pour la même période passé de 51,28 % en 1950 à 54,75 % en 1952.

L'auteur fait l'étude de la statistique des accidents survenus en 1951 d'après les données de l'Administration des Mines de Dortmund, en les classant par mode d'exploitation. Au point de vue accidents mortels, la méthode par foudroyage est plus désavantageuse mais, pour l'ensemble des accidents, elle l'emporte sur le remblayage. Le cas d'une pente de 25° d'une ouverture de plus de 1,50 m est étudié spécialement : il en résulte que les accidents sont plus nombreux dans ces deux circonstances, aussi bien en foudroyage qu'en remblai.

En conclusion, pour améliorer la sécurité il ne suffit pas de remplacer une méthode par une autre : il faut améliorer les deux.

IND. P. 21

Fiche n° 6920

X. Dutch mining schools for boys. *Ecoles des mines néerlandaises pour apprentis.* — *Colliery Guardian*, 1953, 16 avril, p. 467/474, 9 fig.

Depuis la guerre, un programme d'enseignement et de formation des apprentis mineurs a été mis sur

pied en Hollande avec le concours d'un conseil comprenant des représentants des charbonnages, des délégués, des parents et des membres des églises catholique et protestante. Les 12 mines hollandaises disposent ainsi de 10 écoles dont le nombre d'élèves varie de 250 à 1000. Au début, le recrutement était difficile, les cours ont été rendus attrayants; actuellement, certaines écoles ont des listes d'aspirants. Les élèves entrent vers l'âge de 15 ans et les cours durent 3 ans.

IND. P 22 et F 22

Fiche n° 6354

D. KINGERY et F. BAKER. A practical method for teaching mine workers and official use of gas detecting equipment. *Méthode pratique d'initiation du personnel des mines à l'emploi conforme des appareils de détection des gaz.* — *Bureau of Mines, Inf. Cir. 7639*, 1952, août 6 p. 13 fig.

Suite à la modification de la loi sur les mines, le Bureau des Mines du Maryland impose au personnel de surveillance une connaissance pratique du grisou et autres gaz, ainsi que des engins de détection. Ceci entraîne l'organisation de l'enseignement suivant un programme qui a été approuvé par le Bureau fédéral des Mines. Les réalisations du Maryland ont servi de base. L'approfondissement des travaux dans l'ensemble du pays et le développement de la mécanisation augmentent les dangers du grisou. Recommandations concernant la disposition des locaux et le matériel à mettre à la disposition des élèves.

Vues de lampes de mines démontées — détecteurs de grisou électriques — détecteurs d'oxyde de carbone au pentoxyde d'iode — idem colorimétrique — détecteurs de sulfure d'hydrogène — galerie d'essai — hauteurs de flammes en fonction du % de CH₄ — Carte représentative de la valeur de l'élève et autres suggestions pédagogiques.

IND. P 23

Fiche n° 6564

CONSIGNY et MABILE. Ecole pratique des mines de Forbach. *Revue de l'Industrie Minière*, 1953, mars, p. 230/238.

Un chantier du fond, surtout dans les Houillères du bassin de Lorraine, est quelque chose d'excessivement lourd à conduire, d'une part à cause de la mécanisation progressive, d'autre part parce qu'au stade actuel le personnel est encore très nombreux et l'organisation délicate. Le chef de chantier, à côté des connaissances minières et mécaniques, doit être un organisateur sachant commander, comprendre son personnel et être dynamique. Les solutions classiques sont de trois espèces :

- 1) Passage dans une grande école.
- 2) L'école industrielle du soir.
- 3) L'ouvrier sorti du rang et monté par la force des poignets.

Chacune a ses inconvénients. Schéma de l'organisation adoptée dans le bassin de Lorraine :

- 1) Passage de tous les jeunes par la formation professionnelle.

- 2) Entrée dans l'exploitation et apprentissage du métier.
- 3) Entrée dans une école de groupe : durée des cours, six mois.
- 4) Stage probatoire dans la surveillance.
- 5) Entrée dans la surveillance.
- 6) Concours d'entrée à l'école pratique des mines de Forbach après un stage dans la surveillance de plusieurs années.
- 7) Ecole de Forbach : deux ans. Age moyen des élèves de 30 à 35 ans.

Matières enseignées : mathématiques et dessin pratique. Science expérimentale. Exploitation des mines au jour le jour. Cours de machine sous forme de démonstration. Français. Organisation.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 133

Fiche n° 6592

A. VAES. L'Industrie minière du Congo Belge et du Ruanda-Urundi en 1951. *Annales des Mines de Belgique*, 1953, mars, p. 276/301, 4 fig.

Ce rapport est 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 1951. 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, le charbon et le manganèse. La production d'or marque un léger relèvement.

Le rapport donne ensuite les cours des divers produits durant l'année 1951 et y joint un diagramme. La valeur de la production minière du Congo belge en 1951 est en augmentation de plus de 3 milliards de francs sur la production minière de 1950, au Ruanda-Urundi, elle est en augmentation de près de 75 %. La valeur totale estimée de la production de 1951 est également renseignée.

Le rapport comporte des considérations et des tableaux relatifs à la main-d'œuvre, à sa répartition et à sa productivité. Il contient également les deux nouvelles rubriques : Explosifs — Position de l'industrie minière congolaise dans l'industrie mondiale pour l'année 1951.

Le Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France (Cerchar) publie depuis plusieurs années des fiches bibliographiques analogues à celles d'Inichar. C'est d'ailleurs l'organisation de Cerchar, éprouvée par une expérience de plusieurs années, qui a servi de guide à Inichar.

Les deux organismes ont un accord d'échange et de réciprocité. Ils se communiquent les extraits bibliographiques au fur et à mesure de leur parution et peuvent sans autres formalités les reproduire en citant

Deux cartes sont annexées, donnant la répartition des produits extraits et de la main-d'œuvre indigène.

IND. Q 5

Fiche n° 6595

A. DELMER. La géographie de la Communauté européenne du Charbon et de l'Acier. *Annales des Mines de Belgique*, 1953, mars, p. 165/183. 2 fig. 2 planches.

Une carte, des profils en long de voies de transport, quelques tableaux de statistique et deux diagrammes mettent en relief les principaux éléments que quelques pays apportent à la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier.

La Communauté étend ainsi son autorité sur deux régions : la région du nord, riche en houille, et la région du sud, riche en fer, toutes deux productrices d'acier.

Le gisement houiller du nord, partie du grand bassin anglo-germain, est divisé par la géologie, par la géographie et par les frontières en districts dont aucun n'est homogène et qui présentent entre eux de grandes différences. Harmoniser l'exploitation de ce complexe dans un marché commun est une lourde tâche pour la Haute Autorité.

Le gisement de minerai de Lorraine, partagé entre la France et le Grand-Duché de Luxembourg, est la principale source de fer de la Communauté. Le bassin houiller de Moselle-Sarre est puissant, mais ne donne pas la houille dont on fait un bon coke métallurgique. Les usines sidérurgiques, installées près des charbonnages du nord, près des mines de fer du sud et près des charbonnages sarrois, exportent outre-mer une partie de leur production d'acier.

Les transports de houille et de coke vers le sud, de minerai vers le nord et d'acier vers les ports de mer suivent des voies qui ont chacune leurs caractéristiques dont la dominante, au point de vue du prix coûtant, se marque sur les profils en long.

Si la Haute Autorité parvient à canaliser les transports suivant les itinéraires les plus rationnels, en faisant disparaître, comme elle en a le pouvoir, les discriminations qui sont l'effet d'une concurrence désordonnée des chemins de fer et des ports et du protectionnisme des Etats, elle rendra un grand service à l'Europe; elle lui permettra de tirer profit d'avantages naturels, inégalés dans le restant du monde, pour la production de l'acier.

l'origine. Indépendamment du gain de temps qu'il procure aux deux organismes, cet accord garantit aux destinataires des fiches d'Inichar qu'ils trouveront tous les articles retenus par Cerchar.

Comme il est dit ci-dessus, une sélection des fiches Inichar 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 donnant des vues sur toutes les nouveautés. Ces textes doivent être largement diffusés. C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Topographie des grands levés et plans généraux - E. Daubresse - Office International de Librairie - 1953, 2 volumes, tome I : 150 fr., tome II : 250 fr.

L'ouvrage traite d'une façon détaillée tous les problèmes posés par le levé des plans à grande échelle (en particulier des plans cadastraux) et par leur intégration dans les travaux d'ensemble (triangulations et nivellements généraux). Il est divisé en six parties :

1. Topographie élémentaire, arpentage, levé de parcelles.
2. Mesures d'angles, emploi du graphomètre et du théodolite.
3. Planimétrie, ellipsoïde de référence, projections de Bonne et de Lambert, triangulation générale, compensation des écarts.
4. Tachéomètre et stadia, mesures télémétriques de longueurs.
5. Altimétrie.
6. Compléments : orientation magnétique, micromètres, règle à calcul, planimètre.

Les deux premières parties forment le premier tome; elles constituent en quelque sorte un traité élémentaire du levé des plans cadastraux. Le deuxième tome a une portée plus générale. Ensemble, ils forment un véritable memento appelé à rendre de précieux services à tous les techniciens de la mesure de la surface du sol (l'ouvrage ne traite pas spécialement de la topographie souterraine).

De nombreux exemples numériques et figures illustrent ce texte. Une attention toute spéciale a été réservée au problème des erreurs de mesure : influence des fautes de réglage et moyens d'y parer, limite du domaine d'emploi de chaque appareil, erreurs admissibles et compensation. Chaque méthode décrite fait l'objet d'une critique approfondie. Bien entendu, l'ouvrage tient compte des techniques les plus modernes et contient en particulier les données les plus récentes sur l'établissement de la carte de Belgique en projection Lambert. L'auteur, qui a participé aux travaux de la triangulation générale et du nivellement de précision, à l'établissement des coordonnées Lambert et au rattachement des levés cadastraux à la triangulation était évidemment particulièrement bien placé pour donner une vue d'ensemble de ce domaine.

Bibliographie

La revue annuelle de « The Mining Journal » (mai 1953) - The Mining Journal Ltd., 15, Wilson Street, Moorgate, London E.C. 2.

The Mining Journal - Annual Review (May 1953)

Cette revue statistique, accompagnée de commentaires sur les faits les plus saillants dans l'ordre économique ou technique, présente toujours un grand intérêt. Le premier article consacré à une vue d'ensemble sur l'industrie en 1952 signale la répercussion des événements de Corée et de la politique des Etats-Unis en matière de tarifs et de recherches de nouveaux gisements, l'accroissement de la production et ensuite la baisse sensationnelle des prix des métaux. L'Afrique du Sud, la Rhodésie et les pays de l'Extrême-Orient ont aussi appelé l'attention du monde économique.

La partie spéciale comprend d'abord les statistiques de production, main-d'œuvre, rendements et valeurs des minerais, métaux et combustibles (56 %), puis le chapitre des principaux progrès réalisés en 1952 dans les mines et la métallurgie (50 %). Après ce classement par substances, on reprend en détail les pays producteurs et on analyse leur situation particulière sous les divers points de vue de la fluctuation des prix, des salaires, des ressources en hommes et en énergie, développement de nouvelles entreprises, programmes et perspectives d'avenir. Enfin, on reproduit une série de rapports des grandes compagnies minières; les mines d'or africaine y ont sans conteste la primauté, viennent ensuite celles d'étain, de zinc, de cuivre, etc.

Parmi les études techniques, il y a lieu de citer :

- a) « Méthodes d'exploration » par G. Schnellmann (rôle de la géophysique, coût des explorations).
- b) « Tendances dans les mines métalliques », par J. B. Richardson, mécanisation, forage et minage — poussières — développement de la méthode du foudroyage en bloc.
- c) « Progrès dans la préparation des minerais », par F. Michell (broyage, classement par densité, flottation, magnétisme) — organisation générale des ateliers avec quelques exemples.
- d) « Métallurgie extractive » par Graham Oldham (Al, Mg, Cr, Va, Ga, Ge, Au, Ni, Cu, Co, Ce, Th, Té, Ur, Zn, Zr).
- e) « Progrès dans les mines des Etats-Unis » par Leroy A. Palmer. Applications du système de sondage suédois (percussion) par l'air comprimé — forage thermique permettant de larges

diamètres et une grande vitesse d'avancement — captage des poussières de houille — chargement mécanique — exploitation par pompes d'alluvions titanifères en Floride — production de métal en poudre à partir du minerai (Au, Cu, Ni, Co) par les procédés « Chemico ».

Progrès dans la fabrication des alliages par A. Williams. Acier spéciaux — Nitrures — Alliages sans fluage — Alliages pour hautes températures (650 à 900°) C — Bronzes Ni-Al — Ni-Ag — Pratique de fonderie.

g) « *Métallurgie des poudres* » par E. Williams. Procédés — Produits — Essais de résistance.

Cette abondante documentation, basée sur les documents officiels les plus récents et les rapports particuliers de correspondants locaux, a le grand mérite de paraître tôt et elle rendra de grands services aux ingénieurs et aux économistes.

L. D.

O.E.C.E. - L'énergie dans les territoires d'outre-mer - 1 volume, 48 pages, 1 carte - Prix : 200 fr. fr.

L'expansion économique des Territoires d'Outre-Mer dépend des possibilités d'approvisionnement en énergie à bon marché. Pour les territoires d'Afrique au Sud du Sahara et le Surinam, l'énergie hydro-électrique est en fait la seule source locale susceptible d'un développement considérable.

L'aménagement des cours d'eau et des chutes exigerait des investissements considérables qui ne pourraient se justifier que par l'implantation de nouvelles industries de transformation ou l'extension des industries existantes.

La brochure étudie les sources actuelles d'énergie dans ces territoires, l'évolution prévisible des besoins et elle décrit ensuite les projets envisagés en soulignant leurs aspects économiques et financiers. En annexe, sont publiées des notes sur les projets les plus importants et une carte des ressources économiques et énergétiques actuelles des Territoires de l'Afrique au Sud du Sahara.

Communiqués

Programme des expositions spécialisées de la 6^e Foire Internationale de Liège - 24 avril - 9 mai 1954.

M. F. Campus, Recteur de l'Université de Liège et Président du Comité Scientifique et Technique de la Foire Internationale de Liège vient de donner les premières informations sur le programme des expositions spécialisées de la 6^e Foire Internationale de Liège, Mines, Métallurgie, Mécanique, Electricité Industrielle, qui se tiendra du 24 avril au 9 mai 1954.

Comme précédemment, des Journées d'études seront organisées en rapport avec des expositions spécialisées.

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière met sur pied une Conférence Internationale sur la gazéification intégrale de la houille. En corrélation, une collectivité groupera un important matériel pour l'équipement des mines et pour les utilisations du charbon.

Les produits et le matériel de lubrification fe-

ront l'objet d'une exposition spécialisée ainsi que de journées d'études organisées par l'A.I.Lg. (Section de Liège).

Un programme des Journées de la navigation mosane, dû à l'initiative de l'Office de la Navigation, sera complété par un Salon de la Navigation intérieure et de matériel de génie civil pour les voies d'eau.

De pair, il est prévu un colloquium et une exposition de matériel pour le traitement thermique des métaux.

Le Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux exposera le thème : « L'auto-épuration et le débit solide des rivières industrielles et le traitement des eaux usées industrielles », et une collectivité de constructeurs présentera le matériel relatif à la dernière partie de cette proposition.

Ce copieux programme va permettre à nouveau la présentation d'une gamme importante de produits, de machines et d'appareils très spécialisés qui émergeront parmi ceux qui habituellement font le succès de cette manifestation commerciale.

INSTITUT BELGE DE NORMALISATION

L'Institut Belge de Normalisation soumet à l'enquête publique jusqu'au 15 septembre 1953, le projet de norme belge suivant :

NBN 314 — Code de bonne pratique d'éclairage des charbonnages.

Ce code a été rédigé par le Comité National Belge de l'Eclairage — Commission d'Eclairage des Mines.

Ce n'est pas un recueil de prescriptions étroites ni de formules rigides. Il ne peut, davantage, dans l'esprit de ses auteurs, être considéré comme un ensemble de recettes apportant des solutions définitives aux problèmes complexes de l'éclairage minier.

Etabli en fonction des possibilités actuelles de l'industrie nationale, il constitue un guide pour les exploitants et les constructeurs soucieux de réaliser un éclairage rationnel des charbonnages.

Il se compose de cinq chapitres (terminologie générale — dispositifs d'éclairage particuliers aux mines — classification des lieux à éclairer — éclairage souterrain — dépendances en surface) et deux annexes (conditions physiologiques de la vision — projet d'éclairage fixe d'un nouveau de transport).

Le projet NBN 314 au format A4 (210 × 297) est bilingue et comprend dans chacune des versions 29 pages, 10 tableaux et 4 figures. Ce projet peut être obtenu au prix de 55 F, franco de port, contre paiement préalable au compte postal 653.10 de l'Institut Belge de Normalisation. Le montant de la Commande devra comprendre la taxe de transmission si celle-ci est due.

Les observations et suggestions seront reçues avec intérêt jusqu'à la date de clôture de l'enquête fixée au 15 septembre 1953. On est prié de les adresser en double exemplaire, si possible, à l'Institut Belge de Normalisation, Service des Enquêtes, avenue de la Brabançonne, 29, Bruxelles 4.

NBN 304 — Analyse des eaux. Détermination de la dureté.

Cette norme est la première d'une série consacrée aux méthodes d'analyse des eaux. Elle définit la dureté totale, la dureté permanente et la dureté temporaire de l'eau. Elle contient un tableau de classification des eaux naturelles d'après les duretés et donne trois méthodes de détermination de la dureté totale, à savoir : la méthode au savon, la méthode au palmitate et la méthode de détermination globale des teneurs en calcium et en magnésium au moyen d'un réactif complexant.

NBN 304 au format A4 (210 × 297) est bilingue et comprend 10 pages et 1 tableau. Cette norme peut être obtenue au prix de 25 F, franco de port, contre paiement préalable au compte postal 653.10 de l'Institut Belge de Normalisation, avenue de la Brabançonne, 29, Bruxelles 4. Le montant de la commande devra comprendre la taxe de transmission si celle-ci est due.

L'Institut Belge de Normalisation soumet à l'enquête publique jusqu'au 15 octobre 1953, le projet de norme belge suivant :

NBN 327 — Bouteilles à gaz — Identification des bouteilles à gaz médicaux.

Le projet NBN 327 est basé sur les conclusions d'une étude entreprise sur le plan international par le Comité ISO/TC 58 — Bouteilles à gaz — en vue de remédier au danger résultant d'un manque d'uniformité dans l'identification des bouteilles contenant des gaz médicaux.

Cette identification constitue un premier pas vers le but visé qui sera atteint au moment où un accord aura pu être réalisé quant à la non interchangeabilité des raccords de sortie des robinets pour les différents gaz médicaux.

Le projet NBN 327 au format A4 (210 × 297) est bilingue et comprend dans chacune des versions deux pages et un tableau. Ce projet peut être obtenu au prix de 10 F, franco de port, contre paiement préalable au compte postal 633.10 de l'Institut Belge de Normalisation. Le montant de la commande devra comprendre la taxe de transmission si celle-ci est due.

Les observations et suggestions seront reçues avec intérêt jusqu'à la date de clôture de l'enquête fixée au 15 octobre 1953. On est prié de les adresser en double exemplaire, si possible, à l'Institut Belge de Normalisation, Service des Enquêtes, avenue de la Brabançonne, 29, Bruxelles 4.

BELGISCH INSTITUUT VOOR NORMALISATIE

Het Belgisch Instituut voor Normalisatie publiceert ter critiek, tot 15 September 1953, het volgend ontwerp van Belgische norm :

NBN 314 — Leidraad voor de verlichting van steenkoolmijnen.

Deze leidraad werd opgesteld door het Belgisch Nationaal Comité voor Verlichtingskunde — Commissie voor Mijnverlichting.

Het is geen verzameling van nauwe voorschriften of strenge formules. In de opvatting van de opstellers, mag hij ook niet beschouwd worden als een geheel van recepten die beslissende oplossingen brengen voor de ingewikkelde vraagstukken van de mijnverlichting.

Opgesteld met inachtneming van de huidige mogelijkheden van de nationale nijverheid, is deze leidraad een gids voor de ontginners en de constructeurs die er om bekommerd zijn een rationele verlichting van de koolmijnen te verwezenlijken.

Er zijn vijf hoofdstukken (algemene terminologie — verlichtingsstellen eigen aan de mijnen — classificatie van de te verlichten plaatsen — ondergrondse verlichting bovengrondse aanhorigheden) en twee bijlagen (fysiologische voorwaarden van het gezicht — ontwerp van vaste verlichting in een hoofdtransportgang).

Het ontwerp NBN 314, formaat A4 (210 × 297) is tweetalig. Elke versie bevat 29 bladzijden, 10 tabellen en 4 figuren. Dit ontwerp is verkrijgbaar tegen de prijs van 55 F, portvrij, tegen voorafgaande betaling op postrekening 653.10 van het Belgisch Instituut voor Normalisatie. Het bedrag van de bestelling moet de ovendrachtaks bevatten indien ze verschuldigd is.

De opmerkingen en suggesties zullen worden ontvangen tot de sluitingsdatum van het onderzoek.

vastgesteld op 15 September 1953. Men wordt verzocht ze, zo mogelijk in tweevoud, te adresseren aan het Belgisch Instituut voor Normalisatie, Dienst der onderzoeken, Brabançonnellaan, 29, Brussel 4.

NBN 304 — Wateronderzoek. Bepaling van de hardheid.

Deze norm is de eerste van een reeks gewijd aan de methodes voor wateronderzoek. Zij definieert de totale hardheid, de blijvende hardheid en de tijdelijke hardheid van het water. Zij bevat een tabel met de indeling van natuurlijke waters volgens de hardheid, en geeft de drie methodes ter bepaling van de totale hardheid, namelijk : de zeepmethode, de palmitaatmethode en de methode voor globale bepaling van de gehalten aan calcium en aan magnesium, met behulp van een complexerend reagens.

NBN 304, formaat A4 (210 × 297) is tweetalig en bestaat uit 10 bladzijden en 1 tabel. Deze norm is verkrijgbaar aan de prijs van 25 F, portvrij, tegen voorafgaande betaling op postrekening 633.10 van het Belgisch Instituut voor Normalisatie, Brabançonnellaan, 29, Brussel 4. Het bedrag van de bestelling moet de overdrachtaks bevatten indien deze verschuldigd is.

Het Belgisch Instituut voor Normalisatie publiceert ter critiek tot 15 October 1953, het volgend ontwerp van Belgische norm :

NBN 327 — Gasflessen — Identificatie van flessen voor medische gassen.

Het ontwerp NBN 327 is gebaseerd op de besluiten van een studie ondernomen op het internationale plan door het Comité ISO/TC 58 — Gasflessen — ten einde te verhelpen aan een gebrek aan eenvormigheid bij de identificatie van flessen met medische gassen, en het daaruit voortvloeiend gevaar.

Deze identificatie betekent slechts een eerste stap. Beoogd wordt een overeenkomst tot stand te brengen over de niet-verwisselbaarheid van de uitlaatkoppelingen van kranen voor de verschillende medische gassen.

Het ontwerp NBN 327, formaat A4 (210 × 297) is tweetalig. Elke versie bevat twee bladzijden en één tabel. Dit ontwerp is verkrijgbaar tegen de prijs van 10 F, portvrij, tegen voorafgaande betaling op postrekening 633.10 van het Belgisch Instituut voor Normalisatie. Het bedrag van de bestelling moet de overdrachtaks bevatten indien deze verschuldigd is.

De opmerkingen en suggesties zullen worden ontvangen tot de sluitingsdatum van het onderzoek, vastgesteld op 15 October 1953. Men wordt verzocht ze, zo mogelijk in tweevoud, te adresseren aan het Belgisch Instituut voor Normalisatie, Dienst der Onderzoeken, Brabançonnellaan, 29, Brussel 4.

EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ANTIGRISOUTEUX

AGREES PAR L'INSTITUT NATIONAL DES MINES

MOTEURS

VENTILATEURS

TRANSFORMATEURS

APPAREILLAGE

ECLAIRAGE

SIGNALISATION

TELEPHONIE

TRANSFORMATEURS SECS DANS L'AIR

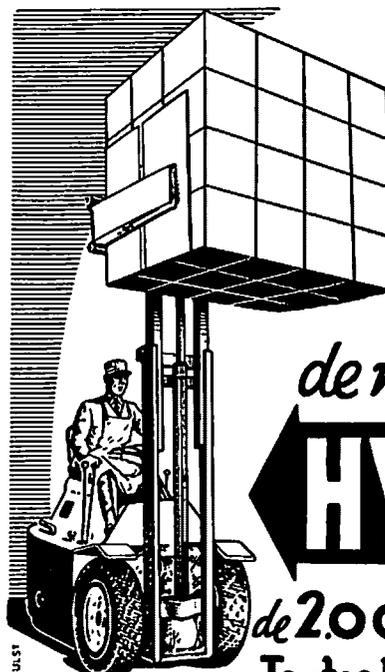
Etudes d'équipements spéciaux

Réparations de matériel de toute origine

EMD

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS
ELECTROMECHANIQUES DE DAMPREMY
RUE J. SCHMIDT A DAMPREMY

UNE SOLUTION
à chaque problème
de manutention



HYSTER

de 2.000 à 15.000 lbs
Toutes hauteurs de levage

Nombreux équipements spéciaux

Importateurs exclusifs en Belgique, et au Grand Duché de Luxemb.

BERGERAT-DUTRY S.A.
21, RUE DE LA SENNE - BRUXELLES - TEL. 12.50.74
Télégr. BEDUTRY-BRUXELLES