Annales des Mines



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE



Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE Directie - Redactie:

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

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

Renseignements statistiques. — Inichar : Central Engineering Establishment à Bretby. — A. Delmer : Le minerai de fer dans le monde occidental. Les transports, la Meuse. — J. Verwilst : Les câbles d'extraction à grande profondeur en Afrique du Sud. — G. Logelain et G. Cools : Explosions dans des installations à air comprimé. — H. Flaeschentraeger : Affaissements du sol - La synthèse d'essence échoue. — C. Coppa Zuccari : Congrès sur les gisements de gaz naturel, Milan. — Inichar : Revue de la littérature technique. — Bibliographie. — Table alphabétique des auteurs 1957.

COMITE DE PATRONAGE

- MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à
 - L. BRACONIER, Administrateur-Directeur-Gérant de la S. A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
 - CANIVET, Président Honoraire de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre,
 - P. CELIS, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
 - P. CULOT, Délégué à l'Administration des Charbonnages
 - de la Brufina, à Hautrage.

 P. DE GROOTE, Ancien Ministre, Président de l'Université Libre de Bruxelles, à Uccle.

 L. DEHASSE, Président de l'Association Houillère du Cou-
 - chant de Mons, à Mons.
 - A. DELATTRE, Ancien Ministre, à Paturages.
 - A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
 - .. DENOEL, Professeur à l'Université de Liège, à Liège. N. DESSARD, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
 - P. FOURMARIER, Professeur à l'Université de Liège, à Liège.
 - L. GREINER, Président d'Honneur du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.
 - M. GUERIN, Inspecteur général honoraire des Mines, à Liège.
 - L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
 - E. LEBLANC, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
 - J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marci-
 - A. MEILLEUR, Administrateur-Délégué de la S. A. des Charbonnages de Bonne Espérance, à Lambusart.
 - A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
 - I. ORBAN, Administrateur-Directeur Général de la S. A.
 - des Charbonnages de Mariemont-Bascoup, à Bruxelles E. ROLLIN (Baron), Président de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.

 O. SEUTIN, Directeur-Gérant honoraire de la S. A. des
 - Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Bruxelles. E. STEIN, Président d'Honneur de la Fédération Charbon-
 - nière de Belgique, à Bruxelles.
 - R. TOUBEAU, Professeur d'Exploitation des Mines à la Faculté Polytechnique de Mons, à Mons.
 - P. van der REST, Président du Groupement des Hauts
 - Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.

 J. VAN OIRBEEK, Président de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.
 - O. VERBOUWE, Directeur Général Honoraire des Mines, à Uccle.

BESCHERMEND COMITE

- HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur generaal der Mijnen, te
 - L. BRACONIER, Administrateur-Directeur-Gerant van de N. V. « Charbonnages de la Grande Bacnure », te Luik.
 - L. CANIVET, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Brussel.
 - P. CELIS, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid, te Brussel.
 - P. CULOT, Afgevaardigde bij het Beheer van de Steenkolenmijnen van de Brufina, te Hautrage.
 - P. DE GROOTE, Oud-Minister, Voorzitter van de Vrije Universiteit Brussel, te Ukkel.
 - L. DEHASSE, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Bergen.
 - A. DELATTRE, Oud-Minister, te Paturages.
 - A. DELMER, Ere Secretaris Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, te Brussel.
 - L. DENOEL, Hoogleraar aan de Universiteit Luik, te Luik.
 - N. DESSARD, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
 - P. FOURMARIER, Hoogleraar aan de Universiteit Luik, te Luik.
 - L. GREINER, Ere-Voorzitter van de « Groupement des Hauts-Fourneaux et Aciéries Belges », te Brussel.
 - M. GUERIN, Ere Inspecteur generaal der Mijnen, te Luik. L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven,
 - te Brussel E. LEBLANC, Voorzitter van de Kolenmijn-Vereniging van
 - het Kempisch Bekken, te Brussel. J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmij-
 - nen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Marcinelle. A. MEILLEUR, Afgevaardigde-Beheerder van de N.V.
 - « Charbonnages de Bonne Espérance », te Lambusart. A. MEYERS (Baron), Ere Directeur generaal der Mijnen,
 - te Brussel. I. ORBAN, Administrateur-Directeur Generaal van de N. V.
 - « Charbonnages de Mariemont-Bascoup », te Brussel. E. ROLLIN (Baron), Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in Bel-
 - gië, te Brussel. O. SEUTIN, Ere Directeur-Gerant van de N. V. der Kolenmijnen Limburg-Maas, te Brussel.
 - E. STEIN, Ere Voorzitter van de Belgische Steenkool Federatie, te Brussel.
 - R. TOUBEAU, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de
 - Polytechnische Faculteit van Bergen, te Bergen. P. van der REST, Voorzitter van de «Groupement des
 - Hauts-Fourneaux et Aciéries Belges », te Brussel.

 J. VAN OIRBEEK, Voorzitter van de Federatie der Zink-,
 Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non-ferro Metalenfabrieken te Brussel.
 - O. VERBOUWE, Ere Directeur Generaal der Mijnen, to Ukkel.

COMITE DIRECTEUR

- MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Bruxelles, Président.
 - J. VENTER, Directeur de l'Institut National de l'Industrie
 - Charbonnière, à Liège, Vice-Président.

 P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.

 C. DEMEURE de LESPAUL, Professeur d'Exploitation des
 - Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
 - H. FRESON, Directeur divisionnaire des Mines, à Bruxelles.
 - P. GERARD, Directeur divisionnaire des Mines, à Hasselt. H. LABASSE, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Uni-
 - versité de Liège, à Embourg.

 J. M. LAURENT, Directeur Divisionnaire des Mines, à
 - G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
 - P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique,

BESTUURSCOMITE

- Brussel, Voorzitter.
 - J. VENTER, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.
 - P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap
 - « Evence Coppée et Cie », te Brussel.

 C. DEMEURE de LESPAUL, Hoogleraar in de Mijnbouw-kunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
 - H. FRESON, Afdelingsdirecteur der Mijnen, te Brussel. P. GERARD, Afdelingdirecteur der Mijnen, te Hasselt.
 - H. LABASSE, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Embourg.
 - J.M. LAURENT, Divisie Directeur der Mijnen, te Jumet.
 - G. LOGELAIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
 - P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

	Fo	urs	Ch	arbon (t	(1)								C	OKE (t)							1	1
	en a	ctivité	Reg	u		u		roductio	n							Débit_						cupés
GENRE PERIODE	Batteries	Fours	Belge	Etranger	Enfourné	Huiles combustibles	Gros coke de plus de 80 mm	Autres	Total	Consommation	Livraisons au personnel de la cokerie	Secteur	Administrations publiques	Sidérurgie	Centrales électriques	Usines à gaz	Chemins de fer	Autres secteurs	Exportations	Total	Stock en fin de mois	Ouvriers occu
linières	1 7		146.967		145.240		93,210		115.335		335	-	-	-	-	_	-	_	-	-	55.134	
dérurgiques	27		383.977				323.256		387.790		5 578	_	_	-	-	-	_		-	and the same of th	79 295	
utres	_11	287			125.529		75.100		96 004		369					-		-	_		89.594	-
e Royaume	45	1.542	592.203	164.674	769.320	919	491.566	107.563	599.129	6.742	6.282	8 917	3.535	448.330	3.788		2.272	45.987	77 393	590.282	224.123	4.8
957 Août	45	1 539	574.735	177.320	785.698	894	498.263	110.032	608.295	5.092	5.463	9.180	3.490	445.110	3.865		1.685	47.870	81,831	593.031	228.300	4.0
Juillet	45		391.001				372.406		462.953			6.131	3.422	253.288	3.112	_		36.468		399.175		
956 Septembro .	44	1.557	561.791	201.989	788.369	404			609.194			15.219	4.966	437.577	2.217	-		49.753	87.841	601.401	90.364	4.
956 Moy. mens	44	1.530	602.025	196.730	784 875		194.239					15.372	5.003	433.510	1.918	69	2.200	52.754		587.325	87.208(2	473
955 » »	43(1)		576 916			182			349 996			12.900	3.023	407.006	2.620			45.942	64.385	537.289	71.133(2	4.
954 » »	42(1)		479.201				407.062					14.177	3.327	359.227	3.437			42.611	73.859	498.608	127 146(2	14.
953 » »			544 257				385.811				2.984	11.083	3,334	339.750	1.750	250		44.083	68.333	470.167	201 013(2	3.
952 » »	42(1)		596.891				421.329				3.215	12.260	4.127	368.336	1.039			48 331	80.250	515.980	100.825(2	4.
951 » »	40(1)	1.442(1	159.724	201.122	660,84h		399.624					16 295	2.968	364.833	1.299	301	1.904	55.969	40.684	484.253	67.270(2	14.
950 » »	42(1)	1.497(1	481.685	26.861	508.546	14.879(3)	297 005	86 167	3×3.172		_	_	-	_	_	_	_	-	-		-	4.
949 » »		1.532(1	187.757	66.436	554.193	11 025(3	315,740	103.825	419,060	_	-	*****	-			_	_	_	-	-		4.0
948 » »	47(1)	1 5100	154.585	157.180	611.765	_	373.488	95 619			_	-	_		· -	-		_				4.
938 » »			399.063				_	_	366.543			_		_	_	_	-	_			_	4
913 » »	-	2.898	233,858	149,621	383.479	_			293.583	-	_		-	_	-	-	_		-	_	-	4.

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

BELGIQUE

COKERIES

SEPTEMBRE 1957 BELGIQUE

FABRIQUES D'AGGLOMERES

SEPTEMBRE 1957

		GAZ (en 1.000) (m ³)	1)			SOUS	PRODU	ITS (t)			Pro	duction	(t)		1	Mati				
GENRE	Production	onsommation propre	Synthèse	Sidérurgie	Autres industries	Distributions publiques	Brai	Goudron	Ammoniaque (en sulfats)	Benzol	Huiles légères	GENRE PERIODE	Boulets	Briquettes	Totale	Consommation propre	Livraisons u personnel	Charbon	es (t)	Ventes et cessions t	Stock (fin du mois) t	uvriers occupés
Minières	49.910 169 552 44.606	83.863	23 582	54.876	528 3.690	13.280 43.397 12.381		4.077 13.553 3.579		3 362	-	Minières Indépend	114.628		141.032			_=	=			
e Royaume	264.068 266.958	126 763 140.239	76.319 80.650	$\frac{54.876}{53.373}$	9.286	69.058 67 821		21.202	6.911 7.136	5.659		Le Royaume 1957 Août Juillet .	125.244 96 745	18.150	149.816 114.895	2.886 2.353	10.040 6.646	136 365 140.286 106.567	11.572	131.800 133.880 104.965	14.287 12.489 9.479	57 57
Juillet 956 Septembre . 956 Moy. mens	202 563 266.548 266.451	99.961 126.100 126.698	63.517 79.499 78.764	28.165 55.683 56.854	7.716 4.716 7.424	52.664 71.558 72.452	=	20.891 20.628	7 064		-	1956 Septembre 1956 Moy mens. 1955 » »	116,195 91.175	35.489 38.272	151.683 129.447	4.027	12.354 11.367		12.125 9.941	133.800 135.428 114.491	5.672 4.684(1) 6.191(1)	57 548 57
955 » » 954 » » 953 » »	245,435 233 182 212.801	127.825 135 611 110 781	69.580 63.220	46.279 43.659	5.517 5.310	66.905 68.791 62.585	1.630 2.109	16.011	5.410 5.070	3.624 4.020	2.565	1954 » » 1953 » » 1952 » »		40.213 52.309	111.052 123.571	4.453 1.732	9.748 103	109.189 104.410 115.322	9.051 10.094	109.304 112.289 119.941	11.737(1) 12.243(1) 36.580(1)	55 63
952 » » 951 » » 950 » »	229.348 232 666 193.619	134.183 138.476 126 601	68 912		4.967	63.219	2.137 1.844	17.835 17.032 13.909	6.014	4.618 4.156 3.066	747 605 632	1951 » » 1950 » » 1949 » »	86.369 38.898 20.574	46.079 44.702	150 844 84.977 65,276	2.488		60.240	7 322 5 558	150.535 85.999 63 697	4.900(1) - -	53 46
949 » » 948 » »	185.659 105.334(3 75.334(3		(2)	(2)	(2)	(2) (2) (2)	1.614	15.129 16.053 14.172	5.624	4.978	1.322	1948 » » 1938 » » 1913 » »		53 834 102.948		-	-	74.702 129.797 197.274	12.918	_	Ξ	56 87 191

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

⁽¹⁾ Stocks fin décembre.

BELGIOUE	BOIS DE MINES	SEPTEMBRE 1957	BELGIOUE	BRAI	SEPTEMBRE	1957

	Qu	antités re m³	çues	totale les (m³)	mois .	Qua	ntités reç t	eues	tion	a sion	
PERIODE	Origine indigène	Importation	Total	Consommat. y compris exportations	Stock à la fin du (m³)	Origine indigène	Importation	Total	Consommation totale t	Stock & la fin du	Exportations
957 Septembre .	74.230	23.933	98.163	69.635	661.390	8.039	-	8.039	11 237	64.748	(1)
Août	68.627	21.920	90.547	71.807	633,548	6.239	20	6.259	11.572	67.946	(1)
Juillet	69.024	11.502	80.526	64.912	615.401	3.830	285	4.115	8.806	73.259	359
956 Septembre .	90.482	26.265	116.747	71.454	614 449	6.274	1.428	7.702	11.858	42,622	1.576
956 Moy. mens	72.377	17.963	90.340	78.246	655.54412	7.019	5.040	12.059	12.125	51,022(2)	
1955 » »	68.136	20.880	89.016	88,300	521.160(2	6.395	3.236	9.631	9.941	33.291(2)	
1954 » »	67.128	1.693	68.821	87.385	428.456(2	4.959	4.654	9.613	8.868	37.023(1)	
1953 » »	66.994	1.793	68.787	91.430	703 050(2	4.156	3.839	7 995	8.769	28.077(1)	
1952 » »	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695(2	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357(1)	
1951 » »	64 936	30.131	95.067	93.312	643.66212	6 394	5 394	11.788	12,722	20.114(1)	
1950 » »	62.036	12.868	74 904	90.209	570.013(2	5.052	1.577	6.629	7.274	31.325(1)	
1949 » »	75.955	25.189	101.144	104.962	727.491(2	2.962	853	3.815	5 156	39.060(1	453

(1) Chiffres non disponibles. (2) Stock à fin décembre. (3) Sans les exportations. (4) Chiffres rectifiés résultant le l'incorporation de certains stocks non comptabilisés antérieurement.

BELGIQUE

METAUX NON FERREUX

SEPTEMBRE 1957

1				Produit	s bruts				Demi-	produits	
PERIODE	Cuivre t	Zinc	Plomb t	Etain	Aluminium	Antimoine, Cadmium, Cobalt, Nickel, etc.	Totaí t	Argent, or, platine etc. kg	A l'exception des métaux précieux t	Argent, or, platine, etc. kg	Ouvriers
1957 Septembre(I)	12.672	18.261	7.306	701 (140	289	39.369	21.517	16.735	879	15.781
Août (2)	12.594	17.591	7.222	602	110	2 14	38,383	20.644	16.426	1.960	15.823
Juillet	13.505	18.304	7.333	488	114	271	40.615	20.386	8.548	1.173	15 175
1956 Septembre .	14.054	19.239	8.343	790	221	404	43.051	22.647	16.021	1 839	16.123
1956 Moy. mens	14.072	19.224	8 521	871	228	420	43.336	21.496	16 604	1 944	15.919(3
1955 » »	12.942	17.603	6.789	914	192	366	38.807	22.888	16.211	1.736	15,685
1954 » »	12,809	17.726	5.988	965	140	389	38.017	24.331	14.552	1.850	15.834(3
1953 » »	12.152	16.594	6.143	794		526	36.209	24.167	11.530	1.000	14 986
1952 » »	12.035	15,956	6.757	850		557	36 155	23.833	12.729	2.017	16.227
1951 » »	11.541	16.691	6.232	844		597	35.905	22.750	16.675	2.183	16.647
1950 » »	11.440	15,057	5.209	808		588	33.102	19 167	12.904	2.042	15.053

N.-B. — Pour les produits bruts : moyennes trimestrielles mobiles.
(1) Chiffres provisoires. (2) Chiffres rectifiés. (3) En fin d'année.

Pour les demi-produits : valeurs absolues.

BELGIQUE

SIDER

									PR	ODUC
	eaux té	F	roduits bru	ıts	Produits d	emi-finis				Produits
PERIODE	Hauts fourneaux en activité	Fonte	Acier Total	Fer de masse	Pour relamineurs belges	Autres	Aciers	Profilés et zorès (1 et U de plus de 80 mm)	Rails et accessoires	Fil machine
957 Septembre (2) . Août Juillet 1956 Septembre 1956 Moyenne mens .	50 50 50 51 51	494.110 486.106 243,524 479.096 480.045	556.907 547.352 242.176 524.984 531.794	4.640 4.801 1.830 5.139 5.278	51.084 54.179 29.315 55.597 58.394	41.995 50.565 14.215 20.656 20.695	137.138 140.004 53.070 153.914 155.427	27.192 21.414 13.456 32.189 23.971	8.350 6.996 3.442 5.214 8.014	40 268 42.336 17.801 41 260 40.194
955 Moy. mens 1954 » »	50 47	449.196 315.424	491.693 414.378	5.353 3.278 Fers finis	53.976 109	27 0 2 7 559	142.821 113.900	20.390 15.877	6 536 5.247	40.662 36,301
1953 » » 1952 » »	50 50	350.819 399.133	374 720 422.281	2.824 2.772	92.1 97.		99.964 116 535	16.203 19.939	8.291 7.312	34.414 37.030
			Acier				Aciers mar- chands	Profilés (80 mm et plus, zorès)	Rails, acces- soires, traverses	
1951 » » 1950 » » 1949 » »	49 48 48	405.676 307.898 312.441	415.795 311.034 315.203	4.092 3 584 2.965	99 (70 : 58.0	503	111.691 91.952 91.460	19.483 14.410 17.286	7.543 10.668 10.370	40.494 36 008 29.277
							Aciers marchands et rods	Profilés spéciaux poutrelles		Verges
948 » » 1938 » »	51 50	327.416 202.177	321,059 184.369	2.573 3.508	61.9 37.9		70.980 43.200	39.383 26.010	9.853 9.337	28.979 10 603
			ì				Aciers mar- chands			Verges et aciers serpentés
1913 » »	54	207.058	200.398	25.363	127.0	5.55.00.0	51.177	30,219	28,489	11.852

(1) Qui ne seront pas traités ultérieurement dans l'usine qui les a produits. A partir de janvier 1957 les chiffres se rapportent

	IMPOR	TATIONS			EXP	ORTATIONS	;	
Pays d'origine Périodes Répartition	Charbons	Cokes (1)	Agglomérés	Lignites (5)	Destination	Charbons	Cokes	Agglomérés
Allemagne Occid. France Pays-Bas Pays de la CECA	101.501 18.803 27.818 148.122	8.768 380 4.542 13.690	4.443 13 3.602 8.508	8.396 280 8.676	Allemagne Occident. France Italie Luxembourg Pays-Bas	12.304 148 123 140 3.451 84.813	46.367 	580 65.215 — 740 180
Royaume-Uni Efats-Unis d'Amérique U.R.S.S	38.141 165.337 3.867 639 1.131	2.331	-	=	Pays de la CECA Danemark Finlande Norvège	248.831 4.664 2.603	7.400	66.715
Pays tiers	209.115 357.237 357.360 363.442 338.916 397.204	2.331 16.021 17.817 13.321 16.950 8.575	8.058 10.198 8.283 7.066 5.337	8.676 10.700 9.633 9.176 9.428	Royaume-Uni	31.527 2 385 60 50 41.289	8.508 — 60 15.968	140 — — — ——————————————————————————————
956 Septembre	94.131 247.040 13.763	872 15,153	8.048 60 ——50	7.534 1.142	Ensemble Juillet Juin	290.120 372 922 356 524 339.056 371.895	77.393 81.831 94.640 89.768 77.133	71.787 57.983 59.888 53.467

⁽¹⁾ Y compris le coke de gaz. (2) Y compris les briquettes de lignite,

URGIE

SEPTEMBRE 1957

ION (†)									
Tâles fortes 4,76 mm et plus	Tôles moyennes 3 à 4,75 mm	Larges plats	Tôles fines noires (3)	Tóles galvanisées, plombées et étamées (5)	Feuillards, bandos à tubos, tubes sans soudure	Divers	Total	Tubes soudés (3)	Ouvriers occupés
63.089 54.112 23.934 57.347 53.455	7.015 7.459 3.287 8.607	1 025 2.738 1.021 2.625 2.718	72.504 65.337 27.792 45.704 41.084	25.823 25.228 10.529 24.378 23.758	30.391 30.911 5.699 30.211 27.968	6.200 5.599 3.013 4.155 5.232	393.232 376.906 152.515 405.604 397.096	10.373 10.541 2.681 4.004 4.416	55.119 55.656 53.187 55.744 54.850
43.119 37.473	10.508	2.544 2.153	46.831 40.018	21.681 3.070	27.600 25.112	3.180 2.705	365.872 290.852	3.621 3.655	54.843 41.904
43.418 39.357	8.451 7.071	3.531 3.337	32.180 37.482	9.207 11.943	20 693 26 652	3.767 5.771	280 109 312.429	1.647 2.959	42.820 43.263
			Tôles minces tôles fines, tôles magnétiques	EGE (20020)		B 03/73/1			
36.489 24.476 30.714	5.890 6.456 5.831	2.628 2.109 3.184	42 520 22.857 23.449	15.343 11.096 9.154	32.476 20.949 23.096	8.650 2.878 3.526	323.207 249.859 247.347	3.570 1.981 —	43.640 36.415 40.506
Grosses tôles	Tôles moyennes		Tôles fines	Tôles galva- nisées	Feuillards et tubes en acier				
28.780 16 460	12.140 9.084	2.818 2.064	18 194 14 715	10.992	30.017 13.958	3.589 1.421	255.725 146.852	=	38.431 33.024
19,672	_		9.883	_	_	3.530	154 822	_	3 5.3 0 0

aux expéditions. (2) Chiffres provisoires. (3) A partir de janvier 1957 augmentation du nombre de déclarants.

PRODUCTION	Unités	Juillet 1957 (a)	Juin 1957 (b)	Juillet 1956	Moyenne mensuelle 1956	PRODUCTION	Unités	Juillet 1957 (a)	Juin 1957 (b)	Juillet 1956	Moyenne mensuelle 1956
PORPHYRE :	1 1		1		1	PRODUITS DE DRA-					
Moëllons	t	341	210	792	434	GAGE: Cravier	t	114 614	159.186	111.697	141.412
Concassés	t	360.957	353.151	397.248	336,706	Sable	t	18.586	25.190	23.385	25.645
Pavés et mosaïques.	t	1,532	1.780	1.429	1.786	CALCAIRES :	t	184.940	249.497	229.341	183.595
PETIT-GRANIT :			G-6-12-0-12-0	Participants	1250005055550	CHAUX :	t	120.925	139.621	140.052	154.375
Extrait	m 3	8.596	10.601	8.841	10.906	PHOSPHATES	t	134	160	879	1.135
Scié	m 3	4.468	5.609	4.533	5.474	CARBONATES NATUR.		2000	21,774.53	100000	
Faconné	m ³	1.136	1.507	1.054	1.423	(Craie, marne, tuf-					
Sous-produits	m 3	13 716	19.552	13,370	16 986	feaul	t	29.072	26.607	26.793	30.200
MARBRES :		- 100 A A A A			20,52,535	CARBON, DE CHAUX		0.0000	((0.00) (0.00) (0.00)	1/07/03/03/03/03	
Blocs équarris	m 3	418	633	343	479	PRECIPITES	t	_			<u> </u>
Tranches ramenées à		110		0.0	11.00	CHAUX HYDRAULI-		75/2347	0.00	7.00	
20 mm	m 3	28,192	42.628	31.562	42.154	QUE ARTIFICIELLE	t	512	734	1.047	680
20 11111		20.102		01.00%		DOLOMIE : Crue .	t	27.904	23,250	27.359	24.217
Moellons concassés.	t	1.117	2.266	1.193	1.616	Frittée .	t	16.906	18.561	18.456	19.187
Bimbeloterie	Kg	78.057	90.801	64.147	78.734	PLATRE :	t	2,400	3.237	3 043	2.897
GRES:	I'V B	10.001	50.001	01.111	10.101	AGGLOM, PLATRE	1	102.423	108.078	98 380	103.036
Moellons bruts	t	17.661	22,603	17.918	18.631	AGGLOM. PLATRE					1.0.00
	t	74.959	98.459	80 051	83,473			2º trim.	Moy.m.	20 trim.	
Concassés	t	4,834	× 395	1.222	5.397			1957	1956	1956	
Pavés et mosaïques.	t	5.794	7.140	4.660	5.592	SILEX : Broyé	t	466	406	2.007	
Divers taillés	1	3.794	7.140	4.000	0.002	Pavés	t	1.078	314	1.064	
SABLE :		51 242	73.502	59.270	68.867	FELDSPATH & GALETS		128	180	206	
pour métallurgie .	t	76.403	74.688	96.325	88.962	QUARTZ		80.583	100		
pour verrerie	t						t	00.000	15.230	62 785	
pour construction .	t	140.619	167 787	154,731	145.608	et QUARTZITES	ì	92 569	36 756	129.296	
Divers	t	41.531	61.903	44.575	55.940	ARGILES :		72 000			
ARDOISE :		***	205	010	700			Juillet	Juin 57	Juillet	Moy, mens
pour toitures	t	651	695	613	733			(a)	(b)	1956	ivioy, mens
Schiste ardoisier .	t	77	202	79	111	140 AV 140			-		
Coticule (pierre à					w 000	Ouvriers occupés .		13.146	13.244	16.018	12.973
aiguiser)	Kg	4.549	5.299	5.089	5.396				1		

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

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

SEPTEMBRE 1957

	produite 0 t.)	Nombre d inscr (100	its		ent par par poste g	le jours és	Absen	téisme	de four par 1000 t	iérés its t	Stoc (1000	2000
PAYS	Houille produ (1000 t.)	Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface	Nombre de ouvrés	Fond	Fond et surface	Coke de produit pa	Agglomérés produits 1000 t	Houille	Cokes
1957 Septembre(1)	10.045 11.200 16.782	340,8 333,6 332,6	494,8 485,7 484,9	1.601 1.564 1.555	1.227 1.189 1.185	23,00			3.686 3.619 3.586	562 634 592	611 700 (² 583	(7) 178 197
Belgique 1957 Septembre(1) 1956 Moy. mens Septembre .	2.189 2.462 2.217	103,2 102,1 95,8	146.5 144.8 138,9	1.143 1.160 1.159	824 841 827	23,47	17,39.3 15,79.3 16,58(3	13.71(3	599 605 619	146,6 151,6 147	602,5 179 (² 218	224 87 90
France 1957 Septembre(1) 1956 Moy. mens Septembre .	4.524 4.594 4.134	143,1 140,2 137,6	204.7 211.2 200.4	1.669 1.645 1.631	1.115 1.075 1.055	24,72	15,20 13.30(4 15.68(4	8,21 7,76(⁴ 7,73(⁴	1.034 1.016 998,5	626,7 640 649,5	4.008 4.652 (² 5.325	343,4 175 205,9
Sarre 1957 Septembre(1) 1956 Moy. mens Septembre .	1.263 1.424 1.371	36,9 36,9 36,9	56,5 57,2 56,4	1.748 1.819 1.792	1.111 1.158 1.130	24,80 24 72	17,48 8,73(4 10,45	10,61(4 4,98(4 5,06(4	356 352	=	183 102 (² 175,8	41,8
Italie 1957 Septembre(1) 1956 Moy. mens Septembre .	87 89 83	4,4 5 1 4,9	6 ,0	1.029 949 960	(7)	=		(7) 16,80ta 17.56(6		1 2 2	31 29 (² 25	(7)
Pays-Bas 1957 Septembre(1) 1956 Moy. mens Septembre .	837 986 954	30,2 30,7 30,6	54,6 —	1.543 1.496 1.446	=	=	(7) 15,39(6) 14,29(6)	(7) 14,11(6) 12,87(6)	328 353 345	88 86 86	313 259 (2 297	(8) 68 100
Communauté 1957 Septembre (1) 1956 Moy. mens Septembre .	18.945 20.757 19.541	659,2 648,3 636,4	897,5	1.546 1.525 1.515	=	=	(7) 18,64(a	(7) 17,17(a 19,30(a	6.300	1.403 1.515 1.499	6.712 5.924 (² 6.596	(7) 578 671
Grande-Bretagne 1957 Sem. du 22 au 28 septembre	4.055,4(5		710	à front 3.353	1.221		_	21,46		_	_	_
1956 Sem. du 23 au 29 septembre	4.392,9 (5	_	702,8	3.269	1.212	_	_	12,94	-	_	1-	_

⁽¹⁾ Chiffres provisoires. (2) Au 31 décembre. (3) Absences individuelles seulement. (4) Surface seulement. (5) Houille marchande. (6) Statistiques C.E.C.A. (7) Chiffres indisponibles.

Central Engineering Establishment à Bretby (1)

par INICHAR

C'est en 1952 que le National Coal Board décida la création d'un nouveau centre de recherches pour remédier à une dépendance trop étroite vis-à-vis des constructeurs de matériel minier, non seulement pour le matériel existant, mais aussi pour le développement d'idées, de techniques et de machines nouvelles.

Jusqu'alors, les exploitants dépendaient entièrement des constructeurs pour la mise en œuvre de nouvelles techniques. Ces firmes avaient des carnets de commande abondamment garnis pour la fourniture de machines courantes et n'éprouvaient pas le besoin d'engager des sommes importantes dans des recherches nouvelles sans savoir si celles-ci seraient payantes. Sans sous-estimer l'énorme contribution des constructeurs au progrès de la technique minière, la création d'un organe nouveau, dépendant immédiatement du Board, apparaissait nécessaire.

En juin 1952, le Board approuva le projet et fixa son choix sur le site de Bretby dans le Sud-Derbyshire, dans un bassin minier et sur un terrain qui lui appartenait (Bretby est situé de 20 à 25 km au sud de Derby et au nord-ouest de Leicester).

Le Directeur fut nommé et MM. Maunsell, Posford et Pavry, de Victoria Street à Londres, furent invités à préparer les plans et le cahier des charges.

Les travaux de terrassement débutèrent en juin 1954 et progressèrent très rapidement, car l'atelier et certains halls purent déjà être occupés au mois de décembre 1955. A fin de l'année 1956, tous les services du Centre étaient en activité et un travail de recherche considérable a déjà été réalisé au cours de l'année 1957.

Il convient donc de souligner la remarquable rapidité d'exécution de ce Centre de Recherches qui couvre une superficie considérable et qui comprend:

— un vaste bâtiment administratif avec les bureaux des ingénieurs,

- un atelier,

- trois grands halls servant de laboratoires de recherches,

(1) Voir «Colliery Engineering», juillet 1957, p. 288/291 - août 1957, p. 323/328. — « Colliery Guardian », 10 janvier 1957, p. 35/41 - 17 janvier 1957, p. 65/68. — « Iron and Coal T. R. », 11 janvier 1957, p. 91/95.

— diverses constructions annexes pour les chaudières, la sous-station électrique, les garages, l'atelier de peinture, etc.

Le bâtiment administratif comprend les bureaux, salles de conférence, bureaux de dessin, bibliothèque, salle de lecture, chambre de reproductions photographiques, cantine. Une aile abrite actuellement les différents ingénieurs spécialistes venus du Département Production de Londres et temporairement détachés au Centre (fig. 1).



Fig. 1. — Vue frontale de l'établissement montrant les bureaux et services administratifs.

On aménage également une vaste aire d'essai en plein air, à côté des installations de surface de la mine Swadlincote située à 6 km du Centre, pour essayer le matériel lourd (convoyeurs en charge, locomotives, berlines (roulement), rails, machines d'abatage et de chargement mécaniques).

Le coût total des installations est un peu inférieur à 1 million de livres sterling (soit 140.000.000 FB).

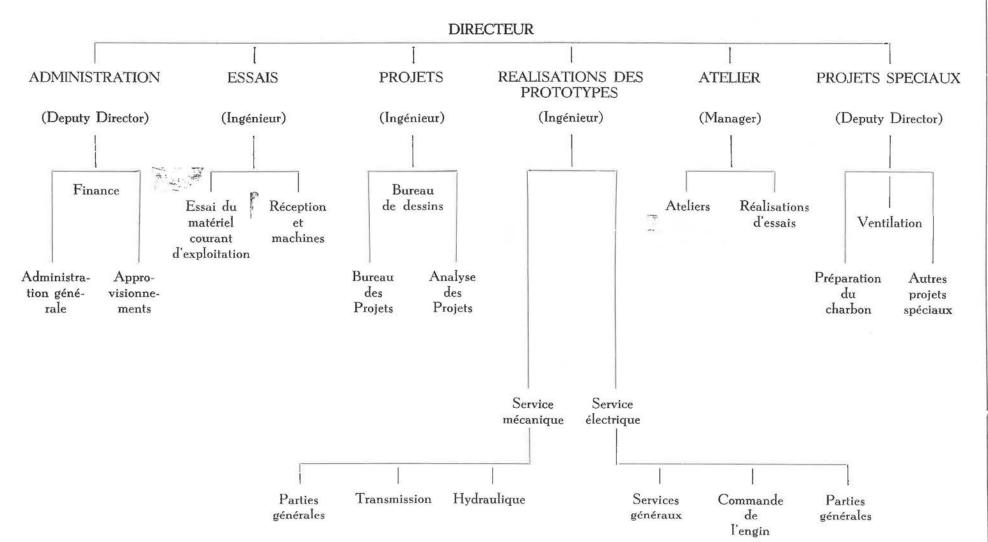
En février 1957, le personnel occupé au Centre comprenait 235 personnes (mais l'effectif total prévu est de 320 personnes), dont 115 ingénieurs, techniciens et employés parmi lesquels

41 administratifs et

74 techniciens

et 120 ouvriers qualifiés venus en majeure partie des industries voisines de la région.

Le personnel technique comprend très peu d'ingénieurs des mines (3 ou 4 sculement), peu d'ingénieurs de grade universitaire (quelques ingénieurs



mécaniciens, électriciens, physiciens, chimistes) et de nombreux diplômés d'écoles techniques.

Les principaux objectifs du Centre sont les suivants :

1) Concevoir, construire et faire construire en vue d'améliorer le matériel existant et d'établir des prototypes ;

2) Préparer les projets, plans et maquettes de nouvelles machines et faire appel à des construc-

teurs extérieurs pour leur réalisation;

3) Aider financièrement et techniquement les firmes britanniques qui construisent du matériel minier pour accélérer la mise au point ou l'introduction de nouvelles techniques;

4) Essayer les prototypes déjà construits par l'Etablissement, ainsi que les équipements fournis

par des firmes extérieures :

5) Déterminer les normes et les procédés de réception et d'essais à utiliser par le National Coal Board pour apprécier la qualité du matériel de consommation courante ;

 Effectuer les essais de réception du matériel au stade de la préproduction ou de la construction.

Le Centre travaille en collaboration étroite avec le C.R.E. (Coal Research Establishment) de Cheltenham (1) et avec le M.R.E. (Mining Research Establishment) de Isleworth (2).

Une partie des idées mises en œuvre au Centre de Bretby sont apportées par ces Centres qui les ont poussées jusqu'au stade des réalisations prati-

ques.

En retour, le Centre de Bretby peut transmettre aux deux Centres nommés ci-dessus des problèmes pour lesquels des recherches fondamentales sont encore nécessaires.

Le Centre est dirigé par M. Daniel (Ingénier) qui est responsable vis-à-vis de l'Ingénieur en Chef du Board.

Il est divisé en six Départements suivant l'organigramme donné figure 1.

1) Le Département « Administration ».

Le Département est responsable du recrutement du personnel, de l'approvisionnement en matériel des services et des magasins, de l'établissement des frais et des coûts des recherches et projets en cours. Il coordonne les activités du centre et des services.

Il contrôle l'utilisation des budgets des différents projets, les frais d'investissement, les dépenses courantes.

Il assure le secrétariat, gère les services généraux, apporte son concours dans les négociations et les contacts avec les firmes extérieures en ce qui concerne le domaine commercial et l'établissement des contrats.

Il tient à jour la comptabilité, les informations générales et les statistiques.

2) Le Département des Essais.

L'activité principale de ce Département est actuellement concentrée sur des essais de fatigue exécutés sur les matériels utilisés en grande série ou à de multiples exemplaires dans les mines britanniques. Actuellement, ces matériels ne sont soumis à aucun essai de réception.

L'objectif du Centre est de réaliser des essais sérieux reproductibles, dans des conditions aussi proches que possible de celles des travaux miniers, sur des matériels de diverses provenances, de façon à pouvoir les comparer, les apprécier, déceler les points faibles éventuels et améliorer leur construction

La comparaison de deux matériels à l'aide d'essais au fond est difficile à réaliser, car les conditions ne sont jamais identiques et l'appréciation risque d'être faussée.

Cependant, une économie de quelques francs par une amélioration de la qualité peut avoir des répercussions très importantes sur le prix de revient, vu le grand nombre de pièces utilisées.

Ces essais ont aussi pour but de déterminer des critères d'appréciation et d'établir les normes et les tests les mieux appropriés pour assurer une réception adéquate. Les essais de routine sont alors confiés à des inspecteurs spéciaux, indépendants du Centre, mais formés par lui pour réceptionner dans les divisions les fournitures faites aux mines.

Les travaux en cours à cette section couvrent actuellement les essais sur les éléments de soutènement (étançons en bois, étançons métalliques, bêles métalliques, cadre de mine, etc...), le matériel de transport (locomotives, trains de roues, attelages de berlines, etc...), les convoyeurs à courroie et métalliques (bande, batteries de rouleaux, roulements, etc...), les câbles (câbles d'extraction et de traînage), les attaches de cages, etc...

3) Le Département des Projets.

Ce Département peut concevoir de nouveaux projets ou étudier et analyser des projets soumis par des personnes étrangères au Centre. Les ingénieurs du Centre restent en contact étroit avec les ingénieurs spécialistes des différents bassins et ces contacts directs apportent au Centre des idées nouvelles.

Quand une idée est retenue, le Département établit les plans et les spécifications techniques (les bureaux de dessins et les services d'informations techniques dépendent de lui).

Ce département élabore le programme de travail de tout l'établissement, le revoit périodiquement et coordonne les travaux. Il reste en contact avec les constructeurs extérieurs, suit leurs travaux, en négocie les contrats en ce qui concerne le côté technique.

4) Le Département des Réalisations.

Ce Département a la responsabilité technique d'un projet pendant toute sa réalisation depuis la conception, en passant par les premières réalisations et l'assemblage, jusqu'aux essais en laboratoire et dans les chantiers.

Il réalise les aménagements mécaniques et électriques et confie de nombreuses réalisations d'équipement à des constructeurs extérieurs. On estime que 85 % des réalisations seront confiés à l'industrie privée.

5) Le Département Atelier.

Ce Département s'occupe de l'entretien général de l'établissement, des véhicules, des machines et des outils. Il aide les autres Départements dans la réalisation des pièces nécessaires aux essais et construit les bancs d'épreuve lourds et spéciaux. Il apporte les modifications au matériel existant et peut même construire certains prototypes. Il réalise tous les travaux industriels de l'établissement et contrôle l'approvisionnement des magasins en matières premières.

L'atelier est bien équipé en machines outils, forge, postes de soudure. Il assure les montages, les ajustages, la fabrication de charpentes et l'entretien du matériel électrique.

6) Le Département des Projets Spéciaux.

Ce Département s'occupe des questions relatives au remblayage mécanique, à l'exhaure, à la préparation du charbon, au transport hydraulique du charbon et à certains aspects de la ventilation des mines.

Il s'intéresse de plus en plus à la manutention des gros tonnages de charbon, mais ces études ne peuvent avoir lieu que dans une mine active.

LABORATOIRE Nº 1.

Ce laboratoire comprend le matériel nécessaire pour effectuer les essais sur divers équipements tels que les étançons, les piles, les bêles, les cadres de voies, les convoyeurs à courroies.

On a prévu le nécessaire pour essayer les prototypes des machines et pour définir les procédures d'essais normalisés.

A côté du laboratoire, on a ménagé un vaste espace ouvert pour le montage et la mise en service d'équipements complets (convoyeurs, machines sans rails).

Attenant à ce laboratoire, il existe également une installation de tarage des anémomètres et d'autres instruments de mesures.

Presse pour essayer les étançons en bois.

Une presse de 100 tonnes permet d'essayer les étançons en bois et de comparer différentes qualités. Les dépenses annuelles en bois de soutènement pour les mines du Board atteignent 12 millions de livres sterling et il importe donc de déceler les soutènements les plus économiques. Plus de 10.000 étançons en bois ont déjà été essayés à cette presse.

Presse pour essayer les étançons coulissants.

La presse permet d'étudier le comportement des étançons coulissants (à frottement ou hydrauliques) dans des conditions de mise en charge identiques à celles qu'ils sont appelés à subir dans les travaux miniers.

La presse peut développer un effort de 360 tonnes, le piston est placé au plateau supérieur, tandis que l'étançon est mis en place sur le plateau inférieur (fig. 2).

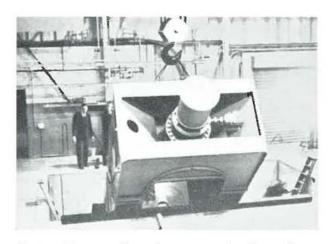


Fig. 2. — Presse pour l'essai des étançons et des piles métalliques. Le bâti de la presse est enfoncé dans une fosse de 2 m de profondeur.

Le piston a une course de 45 cm et la mesure de la charge appliquée peut être obtenue avec une précision de 1 %.

La presse peut fonctionner entre o et 120 tonnes, ou entre o et 360 tonnes,

et il est possible de régler la vitesse de mise en charge ou la vitesse de coulissement. On peut faire croître ou décroître la charge. La vitesse de coulissement la plus faible est de 15 cm par 24 heures. Les charges et le coulissement sont enregistrés.

L'étançon en cours d'essai est enfermé dans un carter de façon à protéger les opérateurs en cas de défaut. On peut essayer des étançons de plus de 2,40 m de hauteur. Il est également possible d'essayer des piles.

La presse pèse environ 15 tonnes, elle a 7 m de hauteur et est placée dans un puits de 2,10 m de profondeur. Elle a été construite par la firme Chatwood Miner.

. . .

Banc d'essai pour bêles articulées.

Ce banc permet de comparer le comportement des différentes barres articulées dans des conditions contrôlées. Il comporte une console constituée de deux poutres caissons, formées chacune de 2 U de 22,5 cm × 7.5 cm, assemblés par deux forts plats de 2,5 cm d'épaisseur et 40 cm de largeur. Ces deux caissons sont réunis entre eux par 20 tiges filetées de 31 mm de diamètre. La rallonge est appliquée au caisson supérieur au moyen d'un vérin hydraulique (fig. 3). On peut essayer une rallonge unique, ou une rallonge accrochée en porte-à-faux à une autre.

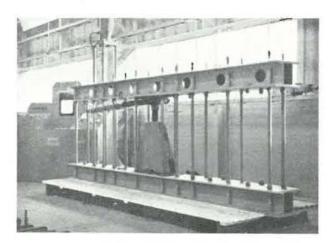


Fig. 3. — Banc d'épreuves pour les essais sur les bêles métalliques.

La charge est appliquée en bout de bêle par un piston hydraulique qui peut développer un effort de 18 tonnes. Cet équipement est logé à l'intérieur de la console.

La mesure de la charge est obtenue par une cellule équipée d'extensomètres à fils résistants, insérée entre le cylindre et le piston (pont de mesure Elliot).

Il y a deux échelles de mesure : 0 à 2,5 tonnes et 0 à 15 tonnes. Les flèches sont mesurées à différents points le long des rallonges essayées.

Banc d'essai pour courroie de convoyeur.

Différentes installations sont prévues pour : mesurer l'inflammabilité,

la production de charges électrostatiques,

le frottement,

le glissement.

le retournement des bandes.

la résistance à la perforation ou l'entaille,

la flexibilité.

Les essais d'inflammabilité sont exécutés avec le brûleur standard « Barthel ».

Les propriétés « antistatiques » (apparition de charges électrostatiques) des courroies ininflammables sont étudiées par le procédé décrit dans les « Annales des Mines de Belgique » de septembre 1957, p. 896/899.

Essai de frottement.

Cet essai est effectué dans le but de comparer le coefficient de frottement et les facilités d'entraînement des différents types de bande P.V.C.

On prélève un morceau de courroie de 16 mètres de longueur ; il passe sur un tambour moteur de 50 cm de diamètre, actionné par un moteur de 15 ch. La charge de traction est obtenue à l'aide de deux tambours freins de 50 cm de diamètre, reliés à un moteur de 7 1/2 ch. La charge peut être réglée à l'aide d'un rhéostat connecté au générateur

Le glissement de la courroie sur le tambour moteur est mesuré par deux tachéomètres générateurs, l'un animé par le tambour moteur et l'autre par la courroie. Ils sont montés de façon que la vitesse périphérique du tambour puisse être comparée à la vitesse de la bande et on compare les f.e.m. engendrées. Le glissement est directement indiqué en %.

Les tensions des deux brins sont mesurées à l'aide de capsules hydrauliques.

Deux types d'essais sont prévus :

1) La charge est appliquée à la courroie jusqu'à obtenir un pourcentage de glissement déterminé. Les tensions T_1 et T_2 sont lues et le coefficient de frottement apparent μ est calculé.

2) Dans un deuxième essai, on applique des charges bien déterminées et on note le glissement

causé par chacune d'elles.

Les essais sont effectués sur la bande sèche et humide à trois vitesses: 93 m, 66 m et 47 m/min; les charges peuvent varier de 90 kg à 1125 kg et les essais sont exécutés pour différents pourcentages de glissement.

Résistance au retournement de la bande.

Des dégâts importants sont souvent causés aux courroies par des obstacles qui ont tendance à retourner la bande à l'approche du tambour moteur. La courroie est alors repliée en deux dans la tête motrice.

Le banc d'essai est prévu pour réaliser le retournement de la bande à 180° et pour mesurer l'effort nécessaire pour l'obtenir. La résistance des courroies au repliement et les dégâts occasionnés par cette opération peuvent ainsi être comparés.

Essai de perforation de la bande par chute de produits.

L'essai consiste à lever et laisser tomber un outil de poids déterminé sur un échantillon de bande supporté. On peut alors comparer le nombre de coups nécessaires pour perforer chacune des bandes ou mesurer la profondeur de la pénétration en fonction de la charge appliquée à l'outil.

Cet essai simule les chocs des pierres ou des blocs de charbon tombant sur la courroie aux trémies de chargement. Ces essais sont effectués avec la bande passant sur une tôle d'acier ou sur une batterie de rouleaux.

Mesure de la flexibilité.

Un échantillon de courroie passe sur deux tambours moteurs de 30 cm de diamètre et une poulie de 10 cm de diamètre, à la vitesse de 42 m/min (vitesse normale d'une courroie de taille) de telle manière qu'il est continuellement soumis à des flexions alternées. Un wattmètre mesure le travail effectué et le degré de flexibilité est considéré comme proportionnel à cette mesure. La poulie de retour peut glisser dans le cadre qui la supporte et est maintenue sous tension constante par un poids mort de façon à soumettre chaque courroie à la même tension statique pendant l'essai.

L'installation d'essai peut aussi être équipée de trois rouleaux de 10 cm de diamètre, placés très près l'un de l'autre pour augmenter encore la rapidité des flexions alternées. La vitesse peut aussi être

portée à 225 m/min.

Après cet essai, on peut soumettre la section de courroie qui contient l'agrafage (ou le joint vulcanisé, par exemple) à un effort de traction et étudier la diminution de résistance du joint sous l'effet des flexions alternées.

Banc d'essai pour les accouplements de berlines.

On mesure la résistance à la traction des différents types d'accouplements de berlines sur des pièces qui sont sollicitées jusqu'à la rupture.

Pour se rapprocher autant que possible des conditions d'utilisation, le banc simule d'un côté la fixation de l'accouplement à une berline. L'essai de résistance aux chocs est exécuté sur un autre banc qui reproduit les conditions habituelles d'encagement. Il est possible de faire varier l'angle pour simuler les planchers mobiles qui équipent habituellement les accrochages.

DEPARTEMENT DES PROTOTYPES ET DES AMENAGEMENTS DU MATERIEL EXISTANT

Machines d'abatage mécanique.

La priorité a été donnée aux projets susceptibles de faire progresser les moyens de chargement mécanique du charbon en taille et le creusement mécanique des galeries en roche.

Dans les machines d'abatage, on cherche des outils de coupe qui améliorent la granulométrie des produits obtenus. Dans ce domaine, il y a lieu de citer :

1) La haveuse à tambour d'arrachage Anderton.
— On envisage d'équiper cette machine d'un second tambour pour attaquer le sillon supérieur dans le cas d'une couche plus puissante et de rendre les deux tambours réversibles pour abattre dans les deux sens de marche et éviter la course de retour à vide.

Un nouveau dispositif de pulvérisation d'eau est à l'étude pour amener l'eau sous pression à l'intérieur du tambour et, à l'aide d'un joint étanche tournant, l'eau ne serait distribuée qu'aux pics en contact avec le charbon.

Le Centre a également mis au point un nouveau support de pics, plus robuste, avec un système de fixation rapide qui permet le remplacement ou le retournement rapide d'une bande entière de pics en enlevant un seul coin de serrage (fig. 4).

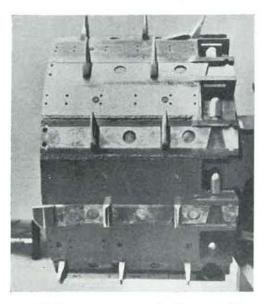


Fig. 4. — Modification apportée par le Centre à la fixation des supports de pics sur le tambour d'arrachage des machines Anderton.

Dans la machine à deux tambours, la vitesse de l'engin est réglée automatiquement de façon à disposer continuellement, à chacun des deux tambours, de la puissance maximum. Les deux tambours étant chacun actionnés par des moteurs indépendants, il est désirable de connaître à chaque instant la puissance consommée par chacun et de régler la vitesse, pour que le plus chargé fonctionne à son régime maximum.

Pour l'obtenir, on a imaginé un circuit électronique. Le circuit comprend quatre stades et reçoit ses informations de transformateurs insérés dans les câbles d'alimentation de chacun des moteurs. Ces transformateurs sont montés en opposition. Un redresseur placé après les transformateurs permet d'envoyer des informations sur demi-ondes dont la polarité dépend du transformateur le plus chargé vers un circuit à lampe thermionique.

Les impulsions des deux transformateurs de contrôle sont envoyées au circuit de grille de contrôle de 2 pentodes qui sont accouplées pour former un interrupteur électronique.

L'intérieur est actionné par les demi-ondes mentionnées ci-dessus. L'information sortante est envoyée à un circuit amplificateur qui la compare à un signal qui correspond à la charge totale des moteurs. Cette comparaison donne un courant proportionnel à la différence des deux informations et, après amplification, celui-ci agit sur une vanne électro-hydraulique qui contrôle le débit de la pompe hydraulique alimentant le moteur qui actionne le treuil. La marche du treuil est donc toujours contrôlée par le moteur le plus chargé.

2) Machine travaillant par larges brèches montantes. — Cette machine pour couches d'ouverture moyenne est développée pour prendre de larges enlevures montantes à l'aide d'un tambour armé de pics et animé d'un mouvement de haut en bas (du toit au mur). Le charbon abattu est amené sur un convoyeur de taille d'un nouveau genre.

Cette machine pourrait travailler dans les deux directions et serait susceptible de creuser elle-même ses niches de départ. La progression de l'engin serait obtenue à l'aide de pousseurs hydrauliques prenant appui sur un vérin hydraulique calé entre toit et mur et progressant mécaniquement avec la machine.

Une machine analogue pour couches minces de 42 à 60 cm serait équipée d'un ou deux larges bras triangulaires et le charbon abattu rejeté sur le convoyeur de taille par le mouvement des châînes. Le dispositif de progression serait analogue à celui de la machine précédente.

- 3) Haveuse à trois bras superposés horizontaux, disposés en triangle pour couche de 50 cm. — Le bras principal est disposé obliquement par rapport à la machine et recoit seul le mouvement de la haveuse. Il est situé au niveau du toît et actionne, par l'intermédiaire d'un arbre adapté au bout du bras, deux autres bras fixés à un support attaché au bâti de la machine. Cette disposition des bras facilite l'évacuation des havrits sur le convoyeur de taille et ne nécessiterait aucun convoyeur auxiliaire. En effet, la première coupure se faisant au toit, les havrits ne peuvent tomber et sont ramenés vers l'arrière. Ils ne gênent pas le travail des bras inférieurs. Le retournement de la machine est très rapide. Il est donc possible d'abattre dans les deux sens.
- 4) Perfectionnement de l'abatteuse chargeuse « Dosco ». — En charbon dur, la résistance des chaînes de havage de la tête d'abatage était insuffisante. Elles ont été renforcées.

Le convoyeur transversal ramenant le charbon sur le convoyeur de taille se bloquait rapidement par encrassement. Deux nouveaux dispositifs mis au point au Centre améliorent considérablement cette situation. La vitesse de rotation a été augmentée, ce qui allonge la longueur du jet et le tambour moteur est équipé d'un système de démontage rapide qui permet un nettoyage aisé en un temps très court.

5) Un rabot percutant pour charbon dur est actuellement étudié par le Centre de Isleworth. On étudie à Bretby le moyen de manipuler facilement et rapidement des flexibles à air comprimé pour l'alimentation d'un tel engin qui se déplace rapidement le long du front de taille.

6) Haveuse à plusieurs bras avec convoyeur auxiliaire. — On étudie un petit convoyeur transversal constitué d'une chaîne à palettes fixée au

bâti de la haveuse et qui reçoit son mouvement de

la machine elle-même.

Machine à creuser les galeries en roche.

La maquette et les plans d'une machine pour creuser des tunnels en roche de 5,40 m de diamètre ont été réalisés au Centre et un prototype est actuellement en construction. On espère pouvoir effecteur les premiers essais dans le courant de l'année 1958 (fig. 5).

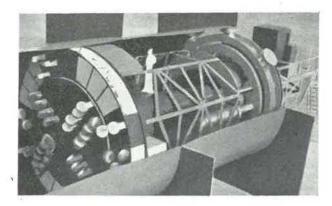


Fig. 5. — Maquette d'une machine à creuser les galeries en roche. Cette machine a été conçue par le Centre et est en voie de réalisation.

Des essais effectués sur les outils de coupe dans les roches les plus dures ont donné des résultats satisfaisants.

La machine comporte deux disques de diamètre différent, tournant en sens inverse et portant les outils de coupe. Ceux-ci ont la forme de roues dentées, libres de tourner sur leur axe suivant le principe des rollbits; ils creusent une série de saignées concentriques et font éclater la roche dans les intervalles.

La machine serait actionnée par quatre moteurs de 160 ch et la poussée exercée par des vérins hydrauliques ; l'ancrage au terrain serait aussi réalisé par des vérins hydrauliques disposés à la périphérie du cylindre d'appui. L'avancement pourrait atteindre 1,50 m/h. La direction serait maintenue ou corrigée à l'aide de vérins d'orientation.

Les débris de forage sont relevés dans des godets placés derrière la tête coupante et déversés sur un convoyeur qui les ramène vers l'arrière pour le chargement en berlines.

Les moteurs électriques seront refroidis à l'eau. On sera peut être obligé de refroidir l'air à front, vu la grande quantité de calories produites par les outils de coupe et par la mise à nu de grandes surfaces de roches. L'encombrement de la machine permettrait de placer le revêtement éventuel à faible distance derrière la tête coupante.

On étudie également des perfectionnements au matériel existant (jumbos avec quatre perforatrices à avancement automatique, chargeuses, etc...), mais on attache une attention toute particulière au creusement mécanique des bosseyements dans le toit des voies de chantiers sans usage d'explosifs.

Convoyeurs à courroies.

Dans le domaine des convoyeurs, le Centre a déjà réalisé de nouveaux équipements ou des aménagements du matériel existant, dont voici les principaux :

1) Convoyeur léger et transportable.

Ce convoyeur peut se placer aisément entre les éléments de soutènement en taille et servir au déblocage des niches en creusement.

Ce convoyeur est commandé par un moteur hydraulique. On peut en mettre plusieurs en série et les actionner à partir d'une station motrice centrale.

2) Commande intermédiaire.

Le Centre étudie également la possibilité de transmettre le mouvement à un convoyeur par l'intermédiaire des rouleaux porteurs. Un axe court le long d'une section du convoyeur et transmet le mouvement à plusieurs batteries de rouleaux. Ce dispositif pourrait être employé comme moteur principal ou ajusté à une installation existante pour aider à l'entraînement de la courroie dans les longs convoyeurs. Cet engin diminuerait la tension dans la courroie et par conséquent son épaisseur.

3) Bande à brin inférieur porteur.

Pour les tailles à brin inférieur porteur, le Centre étudie un nouveau type de convoyeur constitué d'une bande avec traction par chaîne également pour diminuer les efforts dans la courroie. La tête motrice et la poulie retour seraient déplacées par pousseurs hydrauliques.

4) Convoyeur curviligne à traction par chaîne.

On envisage la construction d'un convoyeur curviligne à bande avec traction par chaîne et qui aurait un encombrement moindre que les convoyeurs actuels pour une capacité équivalente ou même supérieure.

5) Convoyeur navette.

On étudie un convoyeur économique capable d'emmagasiner un tonnage plus ou moins important dans le genre des convoyeurs navettes à bande allemands.

6) Dispositifs pour nettoyer les bandes.

Le Centre a mis au point trois dispositifs pour le nettoyage des bandes; un dispositif à racloir (fig. 6) et un dispositif rotatif pour des conditions plus difficiles. Un dispositif analogue est étudié pour les convoyeurs métalliques à écailles.

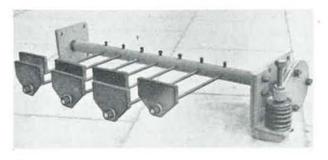


Fig. 6. — Appareil pour le nettoyage des courroies de convoyeur.

7) Rouleaux.

Deux nouveaux types de rouleaux porteurs ont été mis au point et sont à l'essai dans les installations du fond.

8) Station d'angle.

Plusieurs stations d'angle pour convoyeur à courroie sont actuellement en service en Grande Bretagne avec plus ou moins de succès. On étudie actuellement les défauts de ce dispositif et les moyens d'y remédier.

LABORATOIRE Nº 2.

Ce laboratoire est destiné aux essais de préparation du charbon et de transport hydraulique des schlamms. Son équipement est en cours, ce qui explique que les recherches n'ont pas encore pris une grande extension dans ce domaine.

On a perfectionné le cyclone de 12 pouces (50 cm) pour pouvoir l'alimenter avec un produit d'une viscosité plus grande et à plus basse pression. L'appareil donne un produit suffisamment concentré sans surveillance spéciale. La batterie fonctionne bien, permet la récupération d'un produit intéres-

sant et la clarification des eaux pendant la marche normale du lavoir (il n'est plus nécessaire de prévoir un poste supplémentaire pour ce travail).

Le bénéfice ainsi réalisé par installation s'élève ainsi à 100 Livres par jour. Il y en a actuellement 100 en service dans les mines.

On travaille maintenant à la mise au point d'une batterie de cyclones de 6 pouces (15 cm).

On étudie également l'amélioration de la décharge des filtres à vide. Pour faciliter le décollement du gâteau, on utilise fréquemment une décharge d'air comprimé. Mais au moment de l'ouverture de la vanne, le jet d'air est faible, puis passe par un maximum et diminue. Si le jet d'air faible provoque une fissuration imparfaite ou une chute partielle du gâteau, il se peut que le jet d'air fort s'échappe par ces ouvertures et soit sans effet sur les parties encore colmatées du filtre. Pour remédier à cet inconvénient, le Centre a mis au point une vanne auxiliaire qui s'ouvre instantanément au moment opportun pour souffler avec le maximum d'efficience et assurer un bon décollement du gâteau.

On envisage également l'étude :

- 1) de cône laveur pour schlamms, pour grains;
- des améliorations de détails au bac Baum (vanne rotative à air, à décharge automatique des schistes);
- 3) des mélangeurs pour fines et schlamms, l'égouttage dans les silos d'emmagasinage des charbons lavés, etc.

L'alimentation des appareils dans le hall sera assurée à partir d'un silo disposé au sommet du hall et alimenté lui-même par un convoyeur à courroie incliné, accroché à la paroi extérieure de ce laboratoire (fig. 7). Une aire de vidange pour les camions avec trémie est prévue au niveau du sol. Comme le bâtiment des chaudières pour le chauffage général des locaux est situé à proximité du laboratoire du n° 2, on a prévu une dérivation vers ce local du silo principal.

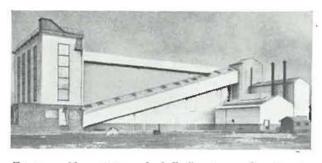


Fig. 7. — Vue extérieure du hall d'essais pour la préparation mécanique du charbon. — A droite, le bâtiment des chaudières pour le chauffage du Centre. On remarque l'emplacement du convoyeur à courroie qui relève les produits à la fois pour le hall d'essais et pour l'alimentation des chaudières.

LABORATOIRE Nº 3.

Ce laboratoire s'occupe spécialement des essais de traction sur les câbles d'extraction ou de traînage, sur les chaînes des appareils de suspension des cages et autres, sur les chaînes des convoyeurs blindés, etc.

AIRE D'ESSAI A LA MINE SWADLINCOTE (à 6 km du Centre de Bretby).

Essais sur les engins de transport (locomotivesberlines, etc.)

Une voie de 1.600 mètres de longueur à l'écartement de 0,90 m est établie sur le pourtour de l'aire; des rampes ont été prévues, ainsi qu'un dépôt pour deux locomotives. On a l'intention de faire des essais contrôlés sur les berlines et les trains de roues, les accouplements, le frottement des paliers, les lubrifiants, la vitesse de circulation, les problèmes de freinage, les efforts de traction, la performance des locomotives, etc.

Pour la construction de la voie, on a aussi utilisé différents types de traverses, de tirefonds et de crapaudines pour déterminer les plus résistants et les plus économiques.

On envisage à l'avenir de faire des recherches sur l'influence des charges dynamiques sur les boîtes de vitesse de locomotives et sur les châssis de berlines.

Essais sur convoyeurs à courroie.

On a étudié un circuit complet de 50 mètres de longueur avec plusieurs installations de convoyeurs. Dans un des côtés du quadrilatère, on a prévu une rampe de 1/6 et dans l'autre une pente de 1/6. Les produits faisant un circuit complet, il est possible de faire des essais de longue durée en charge sans manipuler des tonnages importants. Les trémies sont aménagées comme dans le fond pour étudier l'influence des chutes de matériaux bruts sur les courroies.

Cette installation permettra d'étudier la résistance des batteries de rouleaux, des courroies, la consommation d'énergie, le colmatage, le comportement des convoyeurs en période de gel, etc. Il est également possible de modifier la pente.

Essais sur les câbles en nylon non étiré comme évite-molettes.

Pour éviter une mise à molettes, on place habituellement des guides rapprochés dans le châssis à molettes et dans le fond du puits. Ce dispositif est basé sur le frottement et l'écrasement du bois et il est difficile de prédire ses réactions en cas de fonctionnement.

Le Centre a l'intention d'essayer des câbles en fibres de nylon analogues à ceux utilisés pour arrêter les avions à l'atterrissage sur les porte-avions.

Du nylon non étiré utilisé sous forme de câbles toronnés a un coefficient d'absorption des charges dynamiques très élevé. Il est capable d'absorber 6.750 kgm ou 50.000 pieds/livre, par livre de nylon, à la rupture. Cette propriété est due à sa capacité d'allongement étonnante qui peut atteindre 300 % de la longueur originelle.

En poids, le nylon non étiré a une capacité d'absorption 150 fois plus grande qu'un acier de qualité soumis par tension à la déformation plastique. Avec cette matière, le freinage de la cage serait très progressif.

On étudie cette technique dans une tour d'essai de 18 m de hauteur.

Essais sur les engins d'abatage mécanique.

Avant d'essayer un nouvel engin dans les travaux miniers, on désire l'essayer en surface. A cet effet, on a reproduit une galerie avec les dimensions et le revêtement d'une galerie de mine et d'un front de taille. Une partie de cette galerie ou de la taille sera remplie d'un béton de charbon pour faire les premiers essais sur les engins nouvellement conçus dans des conditions aussi proches que celles de la réalité.

TRAVAUX DE LABORATOIRE

Atelier d'électricité.

Le laboratoire du Centre travaille actuellement à la mise au point de dispositifs électriques qui sont du plus haut intérêt pour la conduite des travaux miniers.

Les deux principaux objectifs sont :

1) pouvoir contrôler en surface la position de tous les interrupteurs commandant les appareils électriques du fond (pour voir immédiatement s'ils ont été laissés dans la position voulue);

2) connaître en surface la puissance consommée par chacune des machines.

Un système indiquant « ouvert » ou « fermé » a déjà été essayé dans une division, mais le coût des câbles nécessaires (qui s'élève à environ 90 % du coût total) empêche son application à grande échelle.

On étudie actuellement au Centre un dispositif qui permettrait de réduire le nombre de fils dans le câble dans la proportion de 20 à 1.

On étudie aussi un dispositif de sécurité intrinsèque qui enverrait, à des instruments de mesure disposés en surface, les informations voulues sur le fonctionnement des machines du fond. On éviterait ainsi la nécessité de construire des appareils de mesure antigrisouteux et leur manipulation au fond. Un procédé utilise des oscillateurs « transistors » du côté émetteur et les informations sont acheminées vers une station centrale de mesure en surface par des courants porteurs de basse fréquence.

Appel sélectif sur une ligne reliant plusieurs postes.

L'utilisation de transistors a permis la réalisation d'un appel sélectif dans les lignes téléphoniques à l'aide de matériel intrinsèquement sûr.

Le Centre a étudié un pont oscillant de Wein, utilisant des transistors au lieu de lampes comme agent d'appel à chaque poste téléphonique. Il fonctionne sur une gamme de 8 fréquences, n'a pas de période d'échauffement et peut être actionné au moyen d'une batterie de 12 volts. Donc, huit postes peuvent être raccordés à une seule paire de fils. Le récepteur est un relais vibrant magnétiquement et qui répond à une certaine fréquence d'appel. Un circuit secondaire actionne la sonnerie d'appel ou le claxon. On a l'intention d'utiliser l'amplificateur contenu dans l'oscillateur, après qu'il a rempli sa fonction dans l'organe d'appel pour amplifier le microphone et la réception.

On a l'intention de chercher à utiliser ce dispositif pour appeler tous les appareils du circuit à l'aide d'un signal prévu à partir de la surface. Ce dispositif servirait à envoyer un signal d'alarme. Dans ce système, une seule paire de lignes téléphoniques suffit pour le raccordement de huit postes, ce qui présenterait une réduction importante des frais d'installation, surtout là où l'on doit utiliser des câbles armés et ininflammables.

Atelier de mécanique.

Emploi des produits plastiques.

Le Centre étudie la possibilité de remplacer certains alliages légers, dont l'utilisation a été interdite récemment pour la construction des appareils du fond, par des produits plastiques.

Les meilleurs résultats ont été obtenus avec de la fibre de verre renforcée de résine du groupe « Polyester ».

Les carters sont pressés dans des moules en bois et ne nécessitent aucune machine spéciale pour leur fabrication.

Ils ont été essayés en atmosphère grisouteuse à la station expérimentale de Buxton.

Ce produit peut être aisément foré, a une bonne résistance à la traction et aux chocs. Son ininflammabilité a été améliorée, dans un cas, en ajoutant une poudre de schiste et, dans un autre, une cire chlorée. Le dernier matériau est translucide et pourrait être utilisé pour la construction du matériel d'éclairage en taille.

Le Minerai de Fer

dans le Monde occidental, en Europe, dans la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier et en Belgique

Les Transports - La Meuse

par A. DELMER

Professeur émérite de l'Université de Liège, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics.

PREMIERE PARTIE

LA PRODUCTION DE FER DANS LE BASSIN DE L'ATLANTIQUE A L'EXCEPTION DE LA LORRAINE (*)

SAMENVATTING

De Maas en het Albert-kanaal, dat de Maas met de zee verbindt, vervullen in de Europese Gemeenschap voor Kolen- en Staal een funktie die het vervoer van kolen, erts en staal tussen de mijnen, fabrieken en zeehavens vergemakkelijkt.

In de ontoereikendheid van de traditionneel door de Europese fabrieken gebruikte ertsen, die voornamelijk door Lotheringen, Zweden, Groot-Brittannië en Duitsland geleverd werden, zal in de toekomst moeten voorzien worden door overzeese ertsen.

Rond de Atlantische Oceaan kent men uitgebreide vindplaatsen van rijke ertsen of van ertsen waarvan de aanrijking uiterst gemakkelijk is. Deze vindplaatsen zijn gelegen in Brazilië, Venezuela, Quebec-Labrador, in verscheidene streken van West-Afrika als: Angola, Gabon, Liberia, Sierra Leone, Conakry, Mauritanië en de Algerische Sahara.

Deze ertsen zullen in concurrentie treden met de Zweedse, Noorse, Spaanse, Normandische en Noord-Afrikaanse ertsen, zomede met de arme ertsen van Groot-Brittannië en van Duitsland.

Een bondige beschrijving van de vindplaatsen volgens de verslagen die in 1952 te Algiers op het «Symposium over de IJzerertsafzettingen in de wereld» werden voorgelegd (XIX° Internationaal Geologisch Congres) zal gevolgd worden, in een tweede bijdrage, door een uiteenzetting over de mijnnijverheid van Lotheringen, van zijn belang voor de staalnijverheid van de E.G.K.S. in het algemeen en voor België in het bijzonder en over de rol van de Maas in de distributie der ijzerertsen.

RESUME

La Meuse et le canal Albert qui en est l'aboutissement à la mer assurent, dans la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, la fonction de faciliter les transports de charbon, de minerai et d'acier entre les mines, les usines et les ports de mer. Ces voies navigables doivent s'adapter aux conditions changeantes des marchés, notamment de celui des minerais.

A l'insuffisance croissante des minerais traditionnellement utilisés par les usines européennes, principalement de ceux de Lorraine, de Suède, de Grande-Bretagne et d'Allemagne, il sera, dans l'avenir, suppléé par des minerais d'outremer.

⁽³⁾ La Lorraine fera l'objet d'une seconde partie,

On connaît et on commence à exploiter, autour de l'Atlantique, d'immenses gisements de minerais ou riches ou dont l'enrichissement est facile. Ces minerais 'sont ceux du Brésil, du Venezuela, de Québec-Labrador, de plusieurs pays de l'Afrique occidentale : Angola, Gabon, Libéria, Sierra Leone, Conakry, Mauritanie et Sahara algérien. Ces minerais vont se trouver en compétition avec les minerais suédois, norvégiens, espagnols, normands, nord-africains et avec les minerais pauvres de Grande-Bretagne et d'Allemagne.

Une description succincte des gisements de ces minerais faite, en partie, d'après les rapports présentés à Alger, en 1952, au « Symposium sur les Gisements de fer du Monde » (XIX^e Congrès géologique international), sera suivie, dans un second article, d'un exposé de l'industrie minière lorraine, de son importance pour la sidérargie de la C.E.C.A. en général et de la Belgique en particulier et du rôle de la Meuse dans la distribution des minerais de fer.

Mon propos est de démontrer la nécessité de rendre, aussitôt que possible, la Meuse et les voies qui en dépendent, en état de remplir les fonctions qui leur incombent, notamment celle de distribuer du minerai de fer. Pour se rendre compte de cette nécessité, il faut comprendre le problème actuel du fer dans le monde. En réalité, nous verrons transporter prochainement, sur le Rhin et la Moselle, sur la Meuse et la Sambre, sur l'Escaut et sur les canaux qui en dépendent, non seulement les minerais de fer qu'utilisent traditionnellement nos usines : ceux de Lorraine et de Suède, mais encore ceux que ces usines devront nécessairement aller chercher au Labrador, au Venezuela, au Brésil et en Afrique occidentale. Nos voies navigables, la Meuse notamment, doivent s'intégrer dans un nouveau système de distribution du minerai de fer dans le monde occidental.

Avant la dernière guerre, la sidérurgie, dans sa répartition géographique, se présentait, en général comme des groupes d'usines dont chacun était basé sur la combinaison du même minerai de fer ou du même charbon ; groupes sur le gisement de fer ou sur le bassin houiller ou dans une situation intermédiaire. La Grande-Bretagne traitait, avec son charbon surabondant, des minerais indigènes, suédois et ceux que rapportaient, de régions lointaines, ses navires charbonniers. Sur le continent, la sidérurgie procédait du duo : bassin houiller Escaut-Meuse-Rhin (Ruhr) et gisement ferrifère lorrain, avec groupement des usines sur le charbon au nord, sur le minerai de fer au sud. Ce duo était renforcé par un appoint, pour les usines du nord, des minerais allemands, suédois, normands et nordafricains. Aux Etats-Unis, le minerai du Lac Supérieur était associé au charbon de Pennsylvanie sur les bords des Grands Lacs et sur les rives de l'Ohio.

Pour celui qui est resté sur ces données, une exploration à travers le monde ferait découvrir les débuts d'une profonde évolution.

La production d'acier a considérablement augmenté depuis la guerre; elle augmentera dans un prochain avenir à un rythme que la production des gisements traditionnels, partiellement épuisés, ne pourra pas suivre (1). On s'en est rendu compte aux Etats-Unis où l'on avait, durant la guerre, puisé 475 millions de t dans le gisement du Lac Supérieur. Les Américains, inquiets, ont cherché et découvert des gisements de grande puissance et ont inventé des procédés pour enrichir et agglomérer des minerais pauvres, pulvérulents et siliceux. L'exploitation de nouvelles sources de production de fer pose un problème de transport.

C'est dans les zones côtières du nord de l'Atlantique, tant en Europe qu'en Amérique, que le monde occidental exploite ses plus importants bassins houillers et qu'il a installé sa sidérurgie. Il est heureux que ce soit aussi sur les versants de l'Atlantique que se trouvent les nouveaux gisements de fer à exploiter. Aussi, est-ce sur l'Atlantique que vont se mettre en mouvement de puissants transports de minerai. Le minerai y prendra la place qu'occupait, au début du siècle, le charbon que la Grande-Bretagne et, accessoirement, l'Allemagne et la Pologne distribuaient dans le monde. Le minerai arrivera à la mer, partiellement par bateaux et, surtout, il pénètrera dans les continents par les fleuves. C'est ainsi qu'une étude des gisements nouveaux de fer et des transports futurs de minerai à travers l'Atlantique nous amènera naturellement à la Meuse.

Le monde n'est pas près de manquer de fer. M. Thibault, Président de la Chambre Syndicale des Mines de Fer de France, a évalué comme suit les réserves dans les principaux pays producteurs, à l'exception de l'U.R.S.S. et de la Chine. Les chiffres indiquent le nombre de milliards de t de fer contenues dans le minerai.

Amérique du Nord Europe occidentale Monde occidental 1929 100 100 100 1956 161 145 154 1959 (prév.) 206 179 193

Les sidérurgistes prévoient une progression des productions plus rapide encore à partir de 1960.

⁽¹⁾ L'augmentation de la production de fonte, constatée dans un récent passé et prévue pour un proche avenir, se marque par les indices suivants, dont l'année de départ est 1929 alors que les producteurs utilisaient au maximum leur capacité:

Inde		12,5
Brésil		8,3
Canada		4.4
Etats-Unis		3.4
France ·		2,7
Suède		1,5
Royaume-Uni		1,2
Allemagne occio	lentale	0,5
Espagne	7	0,3
	Ensemble	34,8

La production d'acier dans le monde, en 1956, a été d'environ 0,26 milliard.

La notion de réserve, et même celle de minerai, sont bien relatives, comme l'a fort bien dit Monsieur l'Ingénieur F. Blondel (2).

Une roche ferrifère sera minerai à partir d'une certaine teneur en fer. Les itabirites, les taconites et les jaspers, si abondants dans le monde, n'étaient pas considérés comme minerai de fer, parce qu'ils ne titraient que 30 %. Ils le sont depuis qu'on a inventé un procédé industriel pour les enrichir.

Des corps combinés au fer rendent inutilisables certaines roches ferrilères jusqu'au jour où l'on trouve le moyen de les séparer : il en a été ainsi des minerais phosphoreux ; il en sera de même des minerais titanifères et manganésifères.

L'exploitabilité d'un gisement dépend de sa situation géographique et de nombreuses circonstances.

Les immenses progrès du transport tendent à établir un nouvel état d'équilibre sur le marché des minerais, état d'équilibre où se marquera mieux qu'aujourd'hui la valeur intrinsèque du minerai. On verra de moins en moins l'utilisation de minerais pauvres, à 25-28 % de fer, impurs, à extraire à grande profondeur — 1700 m l — et dont le traitement nécessite une forte consommation de coke; on cherchera de plus en plus à exploiter les « montagnes de fer » où du minerai, à 66 % de fer, est en carrière. Le problème à résoudre est celui du transport. Cette tendance à utiliser le meilleur minerai, d'où qu'il vienne, est contrariée par la hantise qu'ont certains pays des difficultés d'approvisionnement en temps de guerre.

Les pays disposés autour de l'Atlantique se présentent bien différemment sur le marché des minerais de ser.

Dans l'Afrique et l'Amérique du Sud, les pays qui extraient du minerai de fer l'exportent totalement ou à peu près ; il en est de même de certains pays de l'Europe.

Dans l'Amérique du Nord, les Etats-Unis et le Canada forment un marché commun qui produit du minerai de fer, en importe, en exporte et en

(1) F. BLONDEL. — L'avenir de la production minérale — Société des Ingénieurs civils de France, 1955, nº 1. consomme beaucoup. Ces pays sont sur tous les marchés de l'Atlantique comme vendeurs et comme acheteurs.

En Europe, deux pays consommateurs importants, la Grande-Bretagne et l'Allemagne, produisent du minerai pauvre, mais doivent en importer beaucoup.

La France métropolitaine est très riche en fer ; elle en est un gros consommateur et un exportateur.

La Belgique et le Luxembourg doivent importer tout le minerai qu'ils consomment, à l'exception de la petite quantité extraite par le Luxembourg.

Il n'y aura pas de changement fondamental dans cet état relatif des marchés de minerai de fer.

Les données du problème des gisements de fer sont exposées, avec abondance, dans les actes du dernier Congrès Géologique International, dans des conférences et articles de revues, notamment de MM. Bureau et Plotzki (3).

Le fer ne manque pas dans la nature ; il constitue 5 % de l'écorce terrestre. Présent dans presque toutes les assiscs géologiques, il est particulièrement abondant et ramassé dans les sédiments des périodes précambriennes et jurassiques où il forme des couches et des amas de minerai. C'est de ces deux niveaux géologiques que sont extraits les neufs dixièmes du fer produit actuellement dans le monde.

Dans les formations précambriennes, l'oxyde de fer — hématite ou magnétite — a été mêlé à de la silice qu'une préparation peut facilement éliminer. Là où les eaux ont naturellement dissous la silice, il reste un minerai riche et pur à 60-66 % de fer. C'est le minerai Bessemer par excellence.

Un minerai semblable est la magnétite d'origine intrusive qu'on trouve souvent aussi sur les massifs primitifs, en Suède, en Norvège, dans l'Amérique du Sud et ailleurs.

Dans les gisements jurassiques, l'oxyde de fer hydraté — limonite — est combiné à du calcaire, de la silice et de l'alumine. Le minerai impur, titre 30 à 35 % de fer et 0,5 à 1,8 % de phosphore. C'est le minerai pauvre Thomas.

Les massifs primitifs qui constituent les noyaux des Amériques et de l'Eurafrique sont disposés symétriquement des deux côtés de l'Atlantique (Pl. A). Aux plateaux du Brésil et de la Guyane correspond le plateau africain; au bouclier canadien s'oppose le bouclier scandinave. Comme c'est

⁽³⁾ Les principaux ouvrages consultés sont :

Symposium sur les gisements de fer du monde - édité par F. BLONDEL et L. MARVIN — Alger 1952. XIX^{me} Congrès Géologique International — 2 volumes et un atlas.

M. BUREAU — Les ressources en minerai de fer — Conférence publiée par l'Usine Nouvelle, en février 1957.

E. PLOTZKI — Neuere Entwicklungen im ausländischen Eisenerzbergbau — Stahl und Eisen, octobre 1956, p. 1297 et suiv.

E. PLOTZKI — Stand und voraussichtliche Entwicklung der Eisenerzversorgung — Stahl und Eisen, décembre 1956, p. 1728 et suiv.

Collection des revues Stahl und Eisen, Steel Review et nombreuses autres revues.

sur les bords des massifs primitifs qu'ont été accumulées les roches ferrifères les plus riches, à l'état d'hématite ou de magnétite, les grands gisements qui alimenteront demain la sidérurgie du monde occidental sont disposés symétriquement sur les bords de l'Atlantique. Le massif du Décan, dans l'Inde, renferme également, au même niveau géologique, une immense quantité de minerai riche, dont l'Europe ne pourra cependant faire que peu profit, en raison de la difficulté des transports. On a exporté, l'an dernier, 2,5 millions de t par le port de Goa, dont 1,5 million vers le Japon et 0,5 vers l'Allemagne.

AMERIQUE DU SUD

Les massifs anciens de Mato Grosso et de la Guyane sont constitués, par endroits et sur de vastes étendues, par des quartzites à hématite, d'âge précambrien. Cette roche rubannée, alternance de lames de silice et d'hématite (itabirite), a une teneur en fer de 30 à 45 %. Cette formation a été reconnue suivant une bande s'allongeant parallèlement à la côte, sur plusieurs milliers de km et à 350-500 km de celle-ci, du sud du Brésil à l'Orénoque, au Venezuela.

La silice de cette roche a été localement dissoute par les eaux et c'est ainsi qu'on y trouve des poches d'hématite massive, compacte, d'une teneur de 68-69 % de fer. Le fond des poches est souvent rempli d'hématite pulvérulente, à 64 % de fer. L'hématite dure, riche et pure est par excellence le minerai d'exportation qu'on commence à extraire en deux régions : dans le Central Minas Gerais du Brésil et dans la vallée de l'Orénoque au Venezuela (4).

Brésil

(Fig. 1 et 2)

C'est par cette formation ferrifère que le Brésil possède une des plus grandes réserves de fer du monde. Les quantités de minerai reconnues dans les seules régions explorées de ce vaste pays sont, d'après Luciano Jacques De Moraes, au Congrès d'Alger:

minerai compact,

à plus de 66 % de fer, 500 millions de t

- » pulvérulent id, 250 »
- de 60 à 66 % de fer, 500de 50 à 60 % de fer, 2.000
- » de 50 à 50 % de fer, 2.000 »

 » de 30 à 50 % de fer, 35.000 »

Cette masse de minerai contient plus de 16 milliards de t de fer (5).

(4) L'hématite pure titre 70 % de fer et 30 % de silice; la magnétite titre, à l'état pur, 72,3 % de fer et 27,7 % de silice.

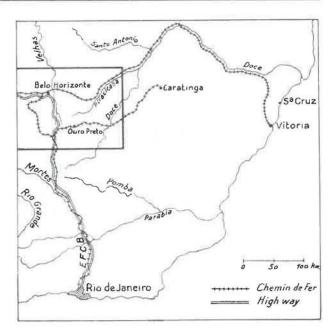


Fig. 1. - Brésil. District ferrifère de Minas Gerais.

On a commencé l'exploitation de ces réserves dans la partie la plus riche et la mieux située, celle du Quadrilatero Ferrifero du Central Minas Gerais, où, sur 100 km de longueur et 75 km de largeur, un très grand nombre de poches d'hématite sont éparpillées dans l'itabirite. Ce gisement s'étend sur le plateau dont la ville capitale est Belo Horizonte et dont les eaux divergent vers le Rio Sao Francisco, le Rio Parana et des rivières qui coulent latéralement vers la côte, telle que le Doce.

Le Quadrilatero Ferrifero est, en ligne droite, à 500-580 km de la mer. Partant de Rio de Janeiro, un chemin de fer et la Pan American Highway conduisent assez directement à Belo Horizonte. Le terrain s'élève rapidement sur des plateaux à 1.000 et 2.000 m d'altitude, suivant les ondulations de collines parallèles à la côte. Les principales rivières de l'arrière-pays de Rio de Janeiro: les Paraiba et Rio Grande, coulent suivant la direction est-ouest, ce qui rend difficiles les communications nord-sud.

Le Central do Brazil Railroad, qui dessert la plupart des districts miniers par les vallées des Paraopeba, Velhas et Piracicoba, arrive à Rio de Janeiro par une ligne très accidentée qui met Belo Horizonte à 400 km de la mer.

Le Vitoria a Minas Railroad, qui dessert le district le plus important de Minas Gerais, celui d'Itabira, a un profil relativement régulier par les vallées des Piracicaba et Doce; il met Itabira à 440 km du port de Vitoria. Ce chemin de fer et ce port ont une capacité de 6 millions de t par an, qui n'a jamais encore été pleinement utilisée.

Les réserves du minerai pur et riche, dans le Quadrilatero Ferrifero, cubées en 1951 et indiquées sur la carte (fig. 2) dépassent 500 millions de t. Des

⁽⁵⁾ On remarquera la différence, qui va du simple au double, des estimations de M. Thibault données ci-dessus et de celles du rapporteur au Congrès de Géologie. Quoi qu'il en soit, cette réserve est énorme en comparaison des besoins de la consommation. En effet, pour maintenir la production mondiale au taux actuel, il faut apporter annuellement, aux hauts fourneaux, par le minerai, 160 millions de t de fer. Ainsi donc les réserves reconnues dans la seule partie explorée du Brésil suffiraient à ravitail-ler en fer le monde entier pendant un siècle.

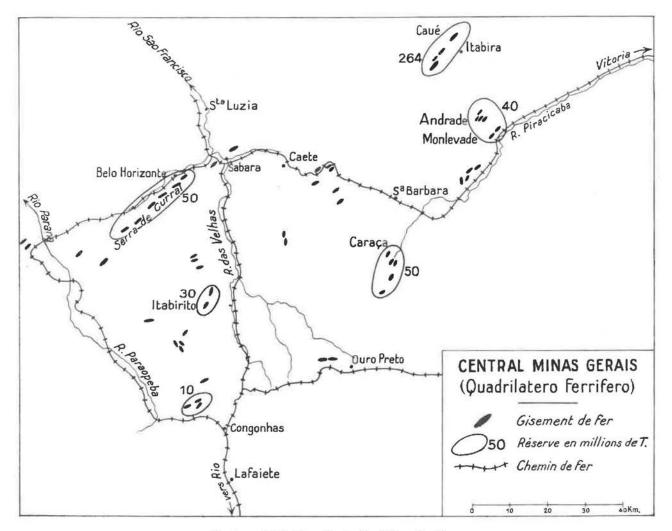


Fig. 2. — Brésil. Minas Gerais. Quadrilatero Ferrifero.

concessions ont été accordées et l'exploitation à ciel ouvert sera très facile.

Des difficultés d'ordre politique y ont retardé le développement de l'industrie minière. Les métallurgistes des Etats-Unis ont vainement tenté, jusqu'à présent, de monter une grande entreprise. La Grande-Bretagne, la Belgique et le Grand Duché de Luxembourg ont pris des intérêts dans les mines du Central Minas Gerais.

La Companhia Vale do Rio Doce, principale exportatrice du minerai d'Itabira, négocie avec un groupe américain: Nelson Rockefeller, Cyrus Eaton, Cleveland Cliffs C°, la Chesapeake and Ohio Railway C° et le Gouvernement brésilien en vue de constituer une vaste entreprise qui produirait 10 millions de t à partir de 1960 et les exporterait par le chemin de fer du Rio Doce amélioré et par un port supplémentaire à construire à Santa Cruz, au nord de Vitoria. Dans un avenir prochain, le Brésil pourrait exporter 20 à 30 millions de t.

Jusqu'à présent, l'extraction n'a pas dépassé 3 millions de t par an. La sidérurgie du pays a absorbé à peu près la moitié de la production indigène. La Belgo Miniera, principale productrice d'acier par ses usines de Montlevada et Sabara, traite le minerai au charbon de bois. Elle va développer sa fabrication par la mise en service d'une tréfilerie à Belo Horizonte et par une transformation de ses procédés de production.

L'Europe reçoit à peu près un million de t de minerai brésilien par an et les États-Unis un demimillion. C'est là un très faible début d'une industrie minière appelée à prendre une grande expansion.

Signalons, en passant, que cette région ferrifère est également riche en manganèse et fait du Brésil un des principaux pays producteurs de ce métal.

Venezuela (Fig. 3)

L'itabirite affleure le long de la rive sud de l'Orénoque, sur le versant nord du massif de la Guyane, suivant une bande de 60 à 80 km de largeur. Cette formation ferrifère est sporadiquement enrichie par des poches d'hématite compacte, pure, à 68 % de

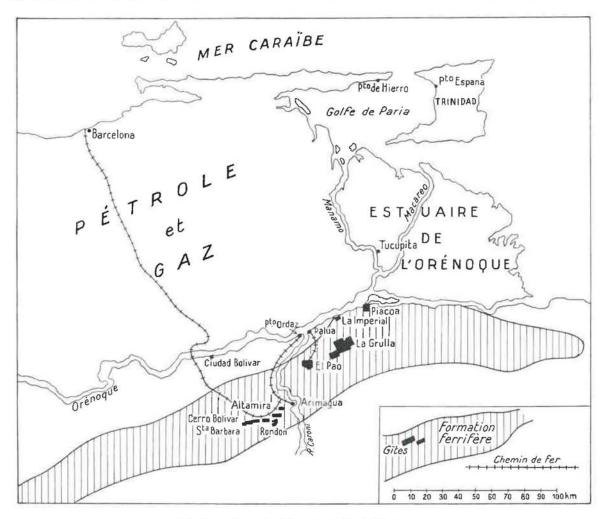


Fig. 3. — Venezuela, Gisements de fer de l'Orénoque.

fer, depuis le cours inférieur du Rio Caroni jusqu'à la pointe du delta de l'Orénoque.

Les réserves reconnues à présent dépassent un milliard de t de minerai riche et exportable. Des concessions ont été octroyées.

Le gisement El Pao, découvert en 1920, est exploité par la Bethlehem Steel Corporation; il est raccordé au port de Palua, sur l'Orénoque, par une voie ferrée de 52 km. On a exporté, l'an dernier, 3 millions de t. Le gisement de Cerro Bolivar est l'un des plus grands gisements connus de minerai riche. La réserve serait de 400 millions de t. Il est relié à Pôrto Ordoz, sur l'Orénoque, par un chemin de fer de 144 km. L'extraction y a été de 8 millions de t l'an dernier. A 20 km au sud de Cerro Bolivar, le gisement de Santa Barbara, avec ses 5 gîtes, ajoute près de 200 millions de t à la réserve. D'autres gisements ont été reconnus dans la région, également riches et bien situés : Rondon, Altamira, La Grulla, La Impérial et Piacod. Oliver Iron Mining et U.S. Steel Corporation des Etats-Unis ont créé des filiales vénézuéliennes pour équiper les mines, construire des chemins de fer, organiser la navigation fluviale, installer des ports, établir des usines et exploiter une flotte marine.

Les exportations ont été de 9,4 millions de t aux Etats-Unis, 0,7 au Royaume-Uni, 0,6 à l'Allemagne et 0,2 à l'Italie.

L'augmentation de la production est rapide : en 1954, 5,4 millions de t; en 1955, 8,4 et en 1956, 10,5.

Vue d'ensemble sur l'Amérique du Sud.

L'Amérique du Sud, y compris le Chili et le Pérou, a expédié, l'an dernier, 16 millions de t de minerai à haute teneur en fer. Si la sidérurgie du monde occidental continue à se développer suivant les prévisions, elle pourra trouver dans l'Amérique du Sud au moins le double de la quantité qu'elle va y chercher aujourd'hui (6).

AFRIQUE

L'Afrique, au sud de l'Atlas, est constituée par des terrains précambriens où l'on trouve, comme en

⁽⁶⁾ Le Chili a une réserve de 228 millions de t de minerai riche. La Bethlehem Steel Co. y puise, dans le gisement El Tofo, près du port Cruz Grande, 3 millions de t par an.

Le Pérou a une réserve de 210 millions de ce minerai riche.
On y exploite le gisement de Marcona, à 25 km du port de San

Juan

Amérique du Sud, des gisements d'hématite massive, compacte et à peu près pure, dans des quartzites-hématites. Ces terrains affleurent à la périphérie du continent, le long de la côte, sur une largeur d'environ 500 km. A l'intérieur des terres, ils sont recouverts d'une masse compacte de sédiments paléozoïques, à peu près horizontaux, qui renferment des gisements d'hématites schisteuses dans du grès. Ces derniers, plus éloignés de la mer que les premiers, sont moins connus et moins utilisables (7).

Enfin, sous certaines conditions de climat, des terrains sont couverts de latérites assez riches en fer pour être utilisées comme minerais, souvent pulvérulentes, impures, mais à fleur du sol.

Nous passons en revue les gisements de l'Afrique occidentale, en allant du sud au nord.

Angola

La bande ferrifère est parallèle à la côte et à 150-300 km de celle-ci. Elle a été prospectée aux endroits où elle est traversée par les chemins de fer qui partent des ports de Luanda et de Lobito.

A Gambos, Chitado et en quelques autres localités situées au sud de la Sierra Bandeira, près de la frontière du Sud-Ouest Africain britannique, à 300 km de la côte, loin du chemin de fer qui part du port de Mossamédès, dans une région désertique, on a découvert des gisements de fer qu'on ne peut considérer que comme une réserve utilisable dans un avenir lointain.

Dans la partie centrale de l'Angola, de part et d'autre du chemin de fer de Lobito à Dilolo (Katanga), à 80 km des gares de Nova Lisboa et de Vouga, on a exploré des gisements de fer très riches. Ce sont, au nord du chemin de fer, les gîtes de Chilesso (Andulo), au bord d'une large dépression de la rivière Changa, et les gîtes de Bailundo. Au sud, c'est le gîte du Cuima. L'hématite ou la magnétite s'y présentent en montagnes, exploitables à ciel ouvert. Une société américaine y a ouvert des chantiers et espère en exporter un million de t l'an prochain, pour commencer.

On exploite encore un gîte de magnétite à Mbassa et à Saia, à 25 km du chemin de fer de Loanda-Malanga. L'exploitation se trouve à 175 km du port. Ce minerai a 56 % de fer ; il est expédié en Allemagne.

Congo Belge (8)

Le Congo est très riche en fer, notamment par ses réserves dans les itabirites des roches précam-

(7) F. BLONDEL — Les gisements de fer de l'Afrique Occidentale Française dans le Symposium sur les Gisements de fer du Monde — XIX^{me} Congrès Géologique International — Alger 1952 — Tome l, page 6.

briennes disposées sur le pourtour de la cuvette centrale. Cette formation est très étendue dans le Kasaï, l'Uélé et l'Ituri, très loin de la côte. Seule la formation itabirique de Bosobolo et Zongo, qui se prolonge dans l'Afrique équatoriale française, pourrait être exploitée à présent parce qu'elle se trouve sur l'Ubangi. Les immenses réserves de fer du Congo ne pourront participer au marché atlantique qu'après l'aménagement du Bas Congo. Les ouvrages que les Américains achèvent pour rendre navigable le Saint-Laurent, en en récupérant l'énergie hydraulique, montrent les possibilités de la technique pour réaliser une entreprise de cette grandeur. L'aménagement du site de Inga est un commencement, mais hélas ! il se passera encore de nombreuses années avant que la navigation du Congo rejoigne la navigation maritime.

Afrique Equatoriale Française

Gabon.

Au sud du Gabon, à Tchibanga, on entreprend l'exploitation d'un gisement de minerat dont le grand avantage est de n'être qu'à 70 km de la mer, atteinte au port de Nyanga, à l'embouchure du fleuve du même nom. On espère exporter 500.000 t en 1960 et 1,5 million de t en 1963.

Le gisement de Boka-Boka, près de Mékambo, dans le Gabon oriental, à 500 km de Libreville, est constitué par des bancs d'hématite dans des quartzites ferrugineux. Le minerai a 58-69 % de fer et la roche mère 40 %. L'hématite compacte, bon minerai exportable, représente un tonnage d'au moins 65 millions de t, peut-être de 200 millions, d'aucuns disent 500 millions. Le quartzite primaire est une masse de 5.5 à 4 milliards de t.

La Bethlehem Steel Corporation et un groupe d'Allemands, en accord avec le Bureau Minier de la France d'Outre-Mer, ont prospecté le gisement et dressé un programme d'exploitation.

Lorsque la mine sera équipée, le chemin de fer construit, le port de Libreville outillé. l'exportation pourra, suivant les prévisions, atteindre 10 millions de t par an. On ne prévoit cependant pas d'expédition avant 1963.

Oubangi-Chari Central.

Des quartzites ferrugineux avec d'importantes concentrations locales ont été reconnus dans les régions de Bangui et de Bambari, sur la boucle de l'Ubangi. Ils sont de même nature que le gisement congolais de Bosobolo-Zongo.

Afrique occidentale

Togo (sous mandat britannique).

Le mont Djolé, près de Bandjeli, est une masse d'hématite à 55-63 % de fer, dans des quartzites.

⁽⁸⁾ Ch. ANCION et L. CAHEN — XIX^{a,e} Congrès Géologique International, Sympostum sur les Gisements de fer du Monde — Tome I, p. 83 — Sess. Alger 1952.

Il est à 400 km de la côte, mal relié au port de Lomé.

Liberia.

A 70 km du port de Monrovia, le gisement de Bomi Hills contient un grand volume d'hématite et de magnétite à 60-68 % de fer. L'exploitation et le transport par chemin de fer à la mer sont faciles.

La Liberia Mining C°, à laquelle est intéressée la Republic Steel Corporation, s'organise pour exporter, les prochaines années, au moins 1,5 million de t.

Sierra Leone.

On exploite à Marampa, à 80 km de la côte, des poches d'hématite à 57 % de fer dans des roches d'itabirite. Les gîtes exploités contiendraient au moins 15 millions de t; ils ont donné, ces dernières années, 1,2 million de t. Le tout-venant de la mine est concentré sur place par un procédé relativement simple. Il arrive en Grande-Bretagne sous la forme d'une hématite pulvérulente, prête à la nodulation préalable à son emploi au haut fourneau.

A Tonkolili, situé à 210 km de la côte, le minerai, de même nature que celui de Marampa mais plus abondant, représenterait un tonnage de 100 millions au moins.

Les expéditions par Freetown peuvent prendre de l'ampleur dans un prochain avenir.

Guinée Française - Conakry.

Le port de Conakry est construit sur une presqu'île dont le sol est une péridotite transformée superficiellement en latérite à 40-55 % de fer. Essayée en Europe dans plusieurs usines, elle a donné de bons résultats.

La couche supérieure, de 10 m en moyenne d'épaisseur, est un minerai compact, facile à extraire et à expédier par le port tout proche.

La réserve, qu'il est difficile d'estimer à cause de l'irrégularité de l'épaisseur de la formation et de la qualité du minerai, serait de 100 millions de t. On compte expédier 1,2 million de t par an pour commencer et 3 millions plus tard.

Mauritanie.

Fort Gouraud est une étape dans la longue piste saharienne qui part de Dakar, longe la côte jusqu'à Nouakchott, traverse le désert en longeant la frontière du Rio de Oro, passe à Fort Gouraud et à Tindouf, rejoint la côte à Agadir et aboutit à Casablanca, au Maroc. Fort Gouraud est à 350 km du port espagnol Villa Cisneros de Rio de Oro et à 500 km en ligne droite de Port Etienne, au Cap Blanc, en territoire français.

Le gisement de Fort Gouraud, qualifié de prodigieux, est un amas d'hématite massive, à 68-70 % de fer, exploitable à ciel ouvert. Les réserves, d'après une première estimation, seraient de 100 millions de t d'hématite compacte et d'une grande masse de minerai pulvérulent, mais riche.

La société qui en prépare l'exploitation (Miferma) est en majorité française, représentée par le Bureau Minier de la France d'Outremer et les principales sociétés sidérurgiques françaises. Des étrangers y participent : la British Iron and Steel Corp. (BISC), porteur de 20 % des actions, la Finsider italienne, avec 15 % des titres, un consortium allemand avec 10 % et un groupe néerlandais avec 5 %.

Le capital est de 825 millions de FF, qui va être porté à 4 milliards et, dans un avenir lointain, à 20-25 milliards.

Faute d'entente avec le gouvernement espagnol, ce n'est pas le port le plus proche, celui de Cisneros, qui sera utilisé, mais celui de Port Etienne qu'un chemin de fer de 680 km à construire reliera à la mine de Fort Gouraud, en contournant le territoire de Rio de Oro. Ce port sera accessible à des cargos de 80.000 t.

On espère extraire, les prochaines années, 4 millions de t dont la moitié sera expédiée en Grande-Bretagne, l'autre moitié étant réservée à l'usine qu'on construit à Dunkerque.

Sahara Algérien.

Tindouf. On parle beaucoup du très riche gisement découvert récemment à Gara Djebileh, près de Tindouf, et du gisement de Akjouit, dans le Sahara algérien. Des couches d'oligiste oolithique de 10 m d'épaisseur, sont exploitables sur 30 km de longueur. Les réserves ont été estimées à :

400 millions de t de minerai à 56 % de fer, 200 millions de t de minerai à 53 % de fer, 2 à 3 milliards de t de minerai de 38 à 45 % de fer.

L'exploitation, à ciel ouvert, sera facile pour autant qu'on puisse disposer de main-d'œuvre et assurer le ravitaillement en eau de la population.

Le transport du minerai devra se faire par un chemin de fer de 500 km pour atteindre le port à construire à l'embouchure du Draa ou par un chemin de fer de 650 km pour atteindre le port d'Agadir.

Vue d'ensemble sur l'Afrique occidentale.

Ainsi donc dans la zone côtière de l'Afrique occidentale dont la largeur ne dépasse pas 600 km, une douzaine de gisements, de même nature, ont été reconnus exploitables. Pour les mettre en valeur, il faudra résoudre le problème de la main-d'œuvre, difficile à fixer dans les régions tropicales ou dé-

sertiques. Il faudra construire des chemins de fer, outiller des ports et organiser les transports maritimes.

L'effort financier à faire est gros, mais lorsqu'il aura été fait, l'Afrique occidentale contribuera grandement au ravitaillement en fer de l'Europe occidentale.

Suivant les prévisions des sociétés de prospection, les expéditions de minerai seraient les suivantes au cours des prochaines années (en millions de t).

	1957	1963
Tindouf-Akjouit (Sahara algérien)		1,5
Fort Gouraud (Mauritanie)	-	4,0
Conakry (Guinée française) Tonkolili	1,2	3,0
(Sierra Leone)	1,2	2,0
Marampa		
Bomi Hills (Liberia)	1,5	1,5
Bangui-Bambari (Afrique		
Equatoriale française)	-	?
Mekambo (Gabon)	-	-
Tchibanga (Gabon)	-	1,5
Mbassa (Angola)	1,0	1,0
Ghilesso-Bailundo (Angola)	1,0	1,0

Il est possible qu'on expédie, l'an prochain, de la côte occidentale africaine, 4 millions de t de minerai et, en 1963, plus de 15 millions.

AMERIQUE DU NORD

Des gisements précambriens, semblables à ceux de l'Amérique du Sud et de l'Afrique, sont disposés dans l'Amérique du Nord, au bord du Bouclier Canadien; la roche mère est une épaisse couche constituée de feuillets alternants de silice et d'oxyde de fer, d'une teneur moyenne de fer de 30 % environ. Cette roche est appelée taconite ou jasper selon que l'oxyde de fer est de la magnétite ou de l'hématite.

La dissolution de la silice, dans la roche mère, y a laissé des poches remplies d'un minerai riche, à plus de 50 % de fer.

Le plus important de ces gisements est celui du Lac Supérieur où l'on exploite un minerai riche dans des zones ou poches contenant parsois plusieurs dizaines de millions de t de minerai et portant les noms de Vermilion, Mesabi, Cuyana, Cogebic, Marquette etc. Ce gisement déborde sur le territoire canadien au Steep Rock Lake.

Exploité intensément depuis les années 1880, ce gisement a fourni jusqu'à ce jour plus de 3 milliards de t de minerai et en contient encore un ou deux.

L'exploitation de ces mines a fait naître et soutient la plus importante industrie sidérurgique américaine, celle des Grands Lacs et de l'Ohio.

Différentes sociétés sidérurgiques participent à cette exploitation. Certaines d'entre elles, U. S. Steel C° notamment, y disposent encore d'importan-

tes réserves tandis que d'autres ont épuisé leurs mines.

La roche mère — taconite ou jasper — à 30-33 % de fer peut être enrichie et donner un produit à 63,5 % de fer, par broyage, séparation magnétique pour la taconite, flottation pour le jasper et agglomération et même grillage. Le minerai ainsi préparé se présente sous la forme de boulets ou pellets.

Trois usines ont commencé cette préparation sur une vaste échelle.

A Silver Bay, au bord du Lac Supérieur, une usine produit 5 millions de t de pellets par an et en produira 10 millions d'ici peu de temps.

A Aurora, près du gîte de Mesabi, une autre usine produira cette année-ci 7,5 millions de t et les prochaines années 13 millions de t.

A Ishpenning, la fabrication de concentrés a commencé.

Le minerai « fabriqué », le pellet à 65 % de fer, dont la production va atteindre 30 millions de t, se substituera peu à peu au minerai naturel à 52 %; livré avec la régularité d'une grande fabrication puisant à une source intarissable, il sera à la base de l'approvisionnement prochain de la sidérurgie américaine. Les gisements de minerai riche seront tenus en réserve et on y puisera suivant les nécessités du marché.

Le procédé d'enrichissement du minerai pauvre est une invention qui a l'importance de la découverte d'un immense gisement. La roche à utiliser existe en volume pratiquement illimité, en des endroits où l'on dispose déjà d'un équipement minier et de moyens de transport. L'utilisation d'un minerai à 63 % de fer réduit les frais de transport, augmente la production du haut fourneau et diminue la consommation de coke.

Ces avantages ont, comme contre partie, le coût de la préparation, mais il faut croire qu'ils l'emportent puisque les sociétés qui ont commencé persévèrent.

La même formation ferrifère s'allonge sur 1.500 km dans le géosynclinal du Labrador, du lac Albanel à la baie d'Ungava. Des mines exploitables y ont été reconnues aux lacs Bloom, Wabush et Knob et à Diana baie. La prospection permettait, en 1951, d'évaluer, comme suit, les réserves de minerai riche utilisable tout-venant, c'est-à-dire ayant au moins 59 % de fer :

réserves	certaines	400	millions	de	t
réserves	possibles	2.200	millions	de	ŧ
réserves	probables	400	millions	de	t

total 3.000 millions de t

Les quantités de minerai riche seraient beaucoup plus importantes d'après les dernières recherches. Si on ajoutait à ces quantités celles du minerai pauvre, qu'on peut enrichir plus facilement que le minerai du Lac Supérieur, les réserves seraient, en

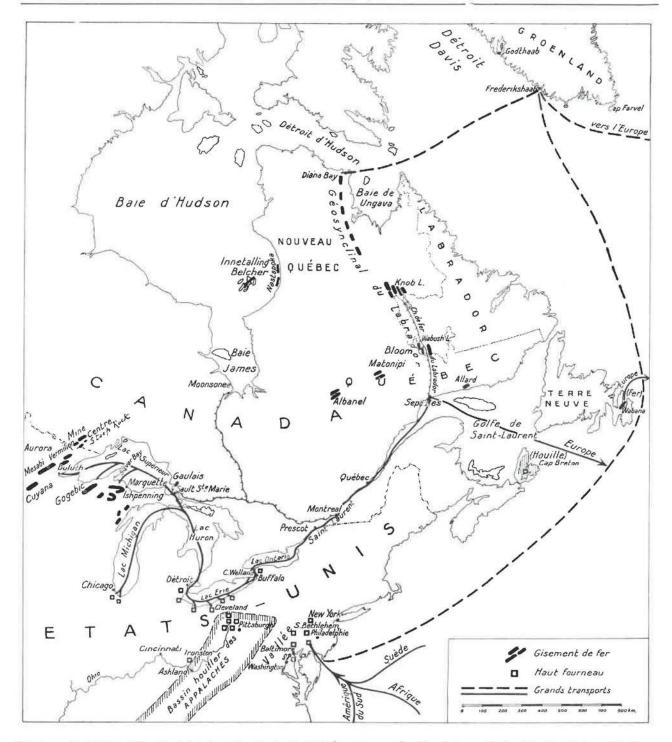


Fig. 4. — Etats-Unis et Canada, Industrie du fer, Bassin du Saint-Laurent, avec les Grands Lacs, Québec-Labrador, la baic d'Hudson.

fait, illimitées comme celles du Brésil et de l'Inde. Le gisement se présente en surface, sur un plateau de basse altitude, à 120 m au-dessus du niveau de la mer, faiblement ondulé, parsemé de lacs et recouvert souvent de quelques dépôts glaciaires. L'exploitation se fait à ciel ouvert, mais dans des conditions difficiles à cause du climat, plus rude même qu'au delà du cercle polaire, en Laponie.

Des sociétés dont les usines sont au bord des Grands Lacs et dans la région de Pittsburgh, des sociétés britanniques et allemandes ont pris part à l'exploration du gisement de Québec-Labrador et y ont acquis des droits de concessionnaires.

L'exploitation a commencé en 1954 à Knob Lake où les poches de minerai riche sont les plus abondantes. L'Iron Ore Cy of Canada, puisant dans un gisement qui contiendrait une réserve estimée à un millard de t, y a produit l'an dernier 12 millions de t et se prépare à extraire, à partir de 1965, 40 millions de t par an. Le minerai des autres gîtes devra probablement être enrichi par les procédés utilisés sur les bords du Lac Supérieur.

On connaît encore, au Canada, le gisement Gaulais, Algoma, entre le Lac Supérieur et le lac Huron, dont on extrait 1,2 million de t et celui du lac Allard, à l'embouchure du St-Laurent, non encore exploité. Ces deux gisements sont avantageusement situés le long d'une voie navigable.

Les gisements de l'archipel Belcher et de Nastapoka à Innetalling notamment, dans la baie d'Hudson, contiennent un milliard de t de magnétite à 40 % de fer qu'on peut enrichir à 68 %. Les mines sont au bord de l'eau et le minerai pourrait être transporté par bateau, pendant trois mois de l'année, à Moosonee, dans la Baie James et de là, par chemin de fer, de North-Bay.

Il faudrait une centaine de millions de dollars pour l'équipement de la mine d'Innetalling. La Belcher Mining Corporation a le concours de plusieurs sociétés européennes, notamment de la Compagnie Grängesberg qui dispose du produit du rachat de ses mines suédoises par le Gouvernement et qui met une partie de sa flotte de minéraliers au service de la Société canadienne pour le transport des minerais vers l'Europe.

On espère pouvoir extraire 4 millions de t dans les toutes prochaines années.

Le prix de revient du minerai concentré pourrait être de 7 dollars par tonne et le prix de transport jusqu'en Europe de 5 dollars.

Les gisements des lacs Albanel et Matonipi sont de même nature que ceux de la Fosse du Labrador. Ils ne sont pas accessibles actuellement.

A la sortie du St-Laurent, dans l'île de Terre-Neuve, on exploite depuis longtemps le gisement de Bell Island (Wabama), dans la baie Conception. Ce gisement, d'âge primaire, se présente sous la forme de couches d'hématite dont la teneur en fer est de 50-53 %. La réserve a été estimée à 50 millions de t prouvée, à 100 millions probable et à 1.050 possible. L'exploitation est souterraine et même sous marine. La production annuelle est de 2,5 millions de minerai, traité en grande partie dans l'usine de Sydney située dans l'île du Cap Breton à côté de charbonnages, une autre partie est expédiée en Grande-Bretagne et en Allemagne. Pour l'exécution de contrats européens, on augmentera la production.

Les expéditions se font par le port de St-John, que les glaces bloquent en hiver.

Le développement de l'industrie minière et sidérurgique de l'Amérique du Nord dépend d'un grand problème de transport qui est résolu, ou tout au moins, sur le point de l'être.

Pour le service des mines du Labrador, l'Iron Ore C° of Canada (IOCOC) a construit un chemin de fer partant des Sept Iles sur le St-Laurent, et aboutissant à Knob Lake. Les distances au port du Saint-Laurent sont: pour les mines Bloomlake 392 km Wabusch L. 422 km et Knob L. 560 km

Ce chemin de fer a été construit en un temps record. Il est à grand rendement. Les wagons ont une capacité utile de 85 t, les trains, de 125 wagons, transportent une charge de 10.000 t et sont tractionnés par quatre locomotives Diesel électriques de 1.750 ch chacune.

Les installations au port des Sept-Iles sont vastes, pour le triage du minerai, très variable dans sa composition et pour son entreposage qui doit servir de volant entre des arrivages et des expéditions très irréguliers.

Le minerai sera expédié en bateau par le Saint-Laurent, vers les Grands Lacs lorsqu'en 1959, seront terminés les travaux qui doivent rendre navigable le grand fleuve, de Montréal au lac Ontario, et de là au lac Erie par le canal Welland qui double le Niagara. On sait que tout le minerai du Lac Supérieur, soit actuellement près de cent millions de t. est transporté sur les Grands Lacs par des bateaux (mineraliers) dont certains ont une capacité dépassant 10.000 t. Lorsque les deux gisements, celui du Lac Supérieur et celui du Labrador-Québec, seront unis par une puissante voie navigable, d'un développement de 3.000 km, de Duluth à Sept Iles, les Etats-Unis disposeront de ressources qui donneront une complète indépendance à leur industrie sidérurgique.

Les derniers obstacles à la navigation y seront levés en 1959. Les rapides du Sault Sainte-Marie, entre les lacs Supérieur et Huron, sont contournés et une écluse rachète une différence de niveaux de 4 à 7 mètres. Aux chutes et aux rapides du Niagara, déversoir des eaux du lac Erie dans le lac Ontario, on a substitué le canal Welland, de 40 km de longueur qui, par 8 écluses, rachète une dénivellation de près de cent mètres. Le Saint-Laurent dans sa descente rapide, de 69 m sur 290 km, de Prescot à Montréal, sera canalisé par des barrages et doublé par le canal de Beauharnais. L'aménagement du Saint-Laurent aura coûté 390 milliards de FB, dont 170 à charge des Etats-Unis et 220 à charge du Canada.

Chacune des 16 écluses à franchir du Lac Supérieur à Montréal a une longueur d'au moins 260 m et une largeur de 24 m; le chenal de navigation a une profondeur de 8,20 m au minimum. Les bateaux de 8.000 t pourront naviguer de Duluth à l'Océan.

Cette voie navigable servira encore au transport des céréales de la plaine américaine vers le port d'exportation de Montréal; elle servira, plus encore, au transport des minerai de fer du Lac Supérieur et du Labrador vers les usines installées au bord des Grands Lacs, à Chicago et à Cleveland et dans le bassin de l'Ohio, à Pittsburgh notamment, à 200 km environ du lac Erie.

Cleveland, grand port de débarquement de minerai, est, par la navigation, à 1.300 km de Duluth, où l'on embarque le minerai du Lac Supérieur et à 1.640 km de Sept-Iles, où l'on embarque le minerai de Québec-Labrador.

Notons, en passant, que, le long de cette voie navigable, on a installé des centrales hydro-électriques dont la puissance est de 3 millions de kW, qui pourrait être élevée de 7 millions (9). La vente de l'énergie paiera la grande partie, sinon la totalité, des dépenses d'aménagement du canal Welland et du Saint-Laurent.

Les mines de l'extrême nord du gisement du Labrador, au bord de la baie d'Ungava, devront trouver un autre exutoire que le Saint-Laurent.

Deux sociétés, Atlantic Iron Ores et Oceanic Iron Ores, ont entrepris la mise en valeur du gisement de Ungava : la première, dirigée par C. Eaton pour des sidérurgistes américains de la côte est et allemands, pour le transport vers Rotterdam et Brême, la seconde, du groupe de Rio Tinto pour la Grande-Bretagne. Les deux sociétés se sont mises d'accord pour la construction d'un seul port sur la côte du Groenland.

Le minerai sera préparé, mis sous la forme de pellets à 66 % de fer, sur les bords de la baie d'Ungava et transféré pendant les 8 à 12 semaines de navigation libre jusqu'à un port du Groenland où l'on pourra entreposer 2 millions de t. De là, des minéraliers de 60.000 t le transporteront vers la côte est des Etats-Unis ou un port de la Mer du Nord. Ce port groenlandais serait près de Godthaab, libre pendant presque toute l'année. Le Gouvernement danois serait d'accord sur ce choix. Une société suédoise a étudié le problème du transport maritime qui pourrait commencer en 1961. Les Allemands qui s'intéressent à l'exploitation des gisements canadiens à Ungava et ailleurs ont fondé à Montréal une société Ruhr Ferram Investment Ltd; elle groupe: Mannesmann, Krupp, Hüttenwerk, Hoesch, Westfalenhütte et Gusstahlwerk Bochumer.

Vue d'ensemble sur l'Amérique du Nord.

L'industrie sidérurgique nord-américaine, avec ses besoins d'approvisionnement, ses nécessités d'importation et ses possibilités d'exportation de minerais, se présente assez simplement.

Un groupe industriel, le moins important, celui d'Alabama, dans le sud-est des Etats-Unis, se suffit à lui-même. Il utilise du charbon et du minerai extraits dans la région même. Loin de la mer et des centres de consommation, il ne se développe que lentement.

Dans la grande vallée des Appalaches, à l'arrière des ports de Philadelphie et de Baltimore, on a exploité autrefois des gisements de fer dont le minerai était traité avec l'anthracite de la région. Les métallurgistes doivent aujourd'hui faire venir le minerai de loin, d'outremer, et ont remplacé l'anthracite par le charbon à coke de Pennsylvanie. Ils tendent à rapprocher leurs usines de la côte. Bethlehem Steel C° exploite depuis quelques années une usine à Sparow Point et l'U.S. Steel C° a mis en activité une usine à Fairless. Ces sociétés s'intéressent à l'exploitation des gisements de l'Amérique du Sud, du Venezuela notamment, de l'Afrique occidentale et de la baie d'Ungava et en reçoivent déjà quelques millions de t.

Le plus important des groupes américains est celui des grands lacs et de l'Ohio, dont on pouvait craindre la décadence en raison de l'épuisement des mines riches du Lac Supérieur. Il reprend une importance accrue par l'utilisation des minerais pauvres, par l'exploitation des mines de Québec-Labrador et acquiert un avantage nouveau, celui d'avoir, par le Saint-Laurent, une issue sur l'Atlantique comme la sidérurgie de l'Europe occidentale. La sidérurgie américaine des Grands Lacs et de l'Ohio, quel que soit son développement dans le prochain avenir, ne saurait absorber toute la production de Québec-Labrador; pour rémunérer les immenses capitaux investis et à investir, les sociétés minières offrent des participations et des contrats de fourniture de minerai aux Britanniques et aux Allemands. Il est certain que le trafic du minerai du Canada vers l'Europe prendra une grande ampleur dans les prochaines années.

L'extraction et la préparation du minerai dans une région très inhospitalière, des transports interrompus pendant l'hiver et la traversée de l'Atlantique sont des difficultés qui n'empêcheront pas les sidérurgistes européens de s'approvisioner aux gisements de Québec-Labrador. Des experts ont indiqué un fret de 3,50 dollars par t, soit 175 FB, pour le transport de minerai des Sept IIes à un port britannique ou du continent européen. La distance est de 4.500 et 5.000 km. Le transport d'une tonne de minerai lorrain, par exemple de Mancieul à une usine liégeoise, coûte que FB pour un trajet de 252 km. Il faut comparer le coût des transports en tenant compte de la teneur en fer qui est 66 % pour le minerai canadien et 30 % pour le lorrain. Par unité de fer, il en coûte moins de traverser l'Atlantique par navire que l'Ardenne par chemin

D'après des experts, l'approvisionnement des usines des Etats-Unis pourrait être le suivant, en 1970 :

⁽⁹⁾ A titre de comparaison, signalons que la puissance totalisée de tous les générateurs électriques de la Belgique est de 5,3 millions de kW.

Millions de t	Minerai	Fer dans le minerai
Minerai classique	50	25
Pellets	30	10
de Québec-Labrador		
Minerai classique	25	14
Pellets	13	8
d'autres gisements nord-américain	s 45	23
du Venezuela	31	18
d'autres sources étrangères	6	3
Total	200	110

Dans ces conditions, l'Europe pourrait trouvait dans l'Amérique du Nord :

Minerai classique	5	3
Pellets	7	5
		-
	12	8

QUELQUES PAYS EXPORTATEURS DE L'EUROPE ET DE L'AFRIQUE DU NORD

SUEDE

La Suède est un pays très riche en fer par ses gisements de magnétite, mêlée par endroit à de l'hématite, d'origine intrusive (volcanique), dans les roches très anciennes du Bouclier Scandinave. Ces gisements sont exploités dans le centre et dans le nord du pays.

Dans le centre, de multiples petits gîtes livrent, en faibles quantités, du minerai riche, sans phosphore dans certaines mines, qu'on traite dans la région; le seul grand gisement est celui de Grangesberg dont on extrait, par an, 2 à 3 millions de t d'un minerai phosphoreux, à 57 % de fer, et qu'on exporte par Oxelösund.

Dans le nord, sous le cercle polaire, en Laponie, se trouvent les grands gisements : les montagnes de fer de Gällivare, de Kiruna, de Luossa et d'autres

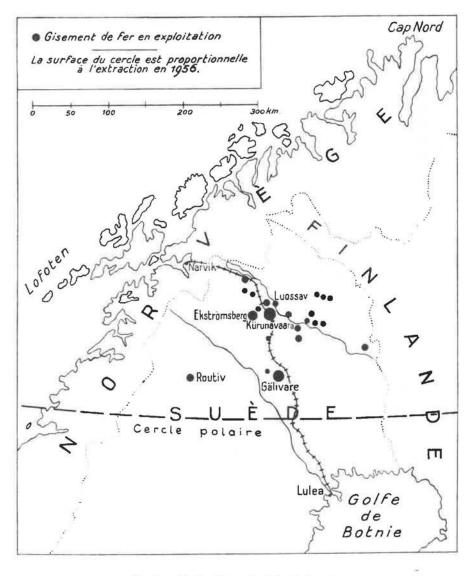


Fig. 5. - Suède, Gisements de fer de Laponie,

dont on extrait une quinzaine de millions de t de minerai destiné à l'exportation.

Le minerai a une teneur en fer comprise entre 50 et 60 % pour les sept-dixièmes de la production et comprise entre 60 et 70 pour le reste. Il a une teneur en phosphore variable, comprise entre 0,8 et 2,0 %. C'est donc un minerai riche, convenant pour la production de la fonte Thomas. Pour l'exploitation de ces gisements, on a construit et achevé, au début de ce siècle (1902), un chemin de fer de 472 km reliant Luléa, port suédois au fond du golfe de Botnie, bloqué pendant plusieurs mois par les glaces, à Narvik, en Norvège au fond du fjord d'Ofoten, toujours libre. Ce chemin de fer met Gällivare à 205 km de Luléa et à 268 km de Narvik; il met Kiruna à 305 km de Luléa et à 168 km de Narvik.

Les gisements suédois sont exploités avec intensité depuis le traitement des minerais phosphoreux par le procédé Thomas, c'est-à-dire depuis les années 80. La Suède a grandement approvisionné les usines allemandes d'abord, les usines britanniques ensuite. Elle a exporté jusqu'à ce jour quelque 400 millions de t représentant 240 à 250 millions de t de fer. Les réserves sont encore grandes :

minerai fe

Suède centrale

265 millions de t soit 151 millions de t Suède septentrionale

2.413 millions de t soit 1.532 millions de t Minerais titanifères

213 millions de t soit 66 millions de t

Total 2.891 1.749

La production est forte et en croissance :

extraction en	1910	5,6 mi	llions de t
	1930	11,2	»
	1950	13,4	>
	1955	17.3	>
	1956	18,9	»

En Laponie, l'exploitation s'est faite jusqu'à présent en grande partie à ciel ouvert ; il faudra maintenant développer de plus en plus l'exploitation souterraine qui coûte, a-t-on écrit, 5 fois aussi cher. L'exploitation sera totalement souterraine en 1962.

C'est en ce moment que la Société Kiruna-Luossavara qui appartenait à la Société Grangesberg-Oxelosund est absorbée par l'Etat. Pour supporter la lourde charge de la reprise, l'administration va augmenter la production, ce qui implique de grands investissements.

Le minerai est trié et concentré à Vitafer, près des mines et à Lulea.

Des usines sidérurgiques ont été récemment construites à Oxelosund et à Lulea, mais la Suède restera néanmoins un important exportateur de minerai parce qu'elle est très pauvre en houille.

Les exportations ont été en 1955 vers :

l'Allemagne	6,3	millions de	t
la Grande-Bretagne	4.0	»	
la Belgique	2,5	*	
les Etats-Unis	1,2	»	
la Pologne	0,4	»	

M. l'ingénieur en chef des Mines Bureau, au retour d'un voyage en Suède et en Norvège, vient de déclarer qu'à son avis, le minerai suédois restera un facteur dominant de l'expansion de la sidérurgie européenne.

Le minerai suédois arrive en masse dans les ports du Continent et de la Grande-Bretagne, mais, toujours riche, il n'a plus l'homogénéité d'autrefois et nécessite des manutentions.

On prévoit le maintien de la progression de la production et on espère qu'en 1960 l'exportation suédoise atteindra 20 millions de t. Cette augmentation ne sera pas suffisante pour soutenir le développement attendu de la sidérurgie européenne.

Quelques autres pays fournissent du minerai de fer aux usines européennes, mais en moindre quantité que les pays dont il vient d'être question.

NORVEGE

La Norvège est riche en fer ; deux de ses nombreux gisements pourraient contribuer à l'approvisionnement de la sidérurgie européenne.

A l'extrême nord du pays, au delà du Cap Nord, au fond du fjord de Varangar, se trouve le plus important des gisements norvégiens. Le minerai est un mélange de magnétite et de silice, à 33-36 % de fer, sur le socle primitif, dont la réserve a été estimée à 600 millions de t.

Le minerai est pulvérulent.

L'usine de concentration et d'agglomération, détruite au cours de la dernière guerre, a été reconstruite et a une capacité de 800.000 t par an.

Le port qui dessert la région minière est accessible pendant toute l'année.

Sur le versant nord de la vallée du Dunderland, on a exploité des couches d'hématite et de magnétite dont la teneur moyenne est de 33 % de fer et de 0,2 % de phosphore.

Le minerai doit être enrichi et aggloméré. La réserve est de 300 à 400 millions de t.

ESPAGNE

L'Espagne était rangée parmi les gros producteurs de minerai de fer, avant la première guerre, au temps où la production de fonte dans le monde n'était pas le tiers de ce qu'elle est aujourd'hui. On a exploité sur le pourtour du pays des gisements de substitution, nombreux dans les provinces du sud-est, importants dans le nord-est, en Biscaye, où Bilbao fut longtemps un centre important de production et d'exportation.

Ces gisements sont aujourd'hui épuisés dans leurs parties les plus riches et la production, qui atteignit 10 millions de t en 1912, a été, en ces dernières

années :

en 1954 2.9 millions de t 1955 3.7 » 1956 4.5 »

Elle dépassera, espère-t-on, 5 millions de t en

1957.

L'Espagne, après avoir fourni à la Grande-Bretagne, à l'Allemagne et à la Belgique 400 millions de t d'un bon minerai Bessemer, n'est plus en état de ravitailler l'Europe comme autrefois. Les réserves sont encore de quelques centaines de millions de t, mais on ne voit aucun indice d'une forte reprise de l'industrie minière.

FRANCE DE L'OUEST

Maine - Anjou - Bretagne - Normandie

Dans le Massif Armoricain, le Silurien plissé remplit quelques synclinaux de direction SE-NO; on y exploite des couches, en nombre variable, de minerai semi-phosphoreux, à 43-55 % de fer. Le gisement est irrégulier, la puissance des couches est de quelques centimètres à 5,50 m et la composition du minerai est changeante. Les exploitations sont souterraines.

Les synclinaux exploités se succèdent, de la Loire dans l'Anjou, au sud, à la région de Caen sur l'Orne, au nord, le long de la côte normande.

On a évalué les réserves certaines à 450 millions de t et les réserves possibles à 2.000 millions de t.

L'exploitation ne progresse pas beaucoup. Elle atteignit 2,2 millions en 1930. Après la guerre, elle a repris : elle était de 2,2 millions de t en 1951 et 3,5 millions de t en 1956. De cette quantité, 1,7 million a été consommé en France, notamment à Caen, et le restant a été exporté, dont :

0,5 million de t en Grande-Bretagne

0,6 » en Belgique 0,5 » en Allemagne 0,1 » aux Pays-Bas.

Les difficultés de l'exploitation ne laissent pas espérer un grand développement de la production.

AFRIQUE DU NORD

Maroc - Algérie - Tunisie

Maroc

Dans l'Atlas méditerranéen, les gisements de fer sont nombreux, dispersés et de nature variée. Au Maroc français, on exploite un gîte sédimentaire dans des terrains paléozoïques et des gîtes de substitution dans des calcaires. Le minerai est généralement riche, pur, c'est-à-dire sans phosphore, et les mines sont proches de la mer.

Les mines en exploitation sont, de l'ouest à l'est: Ait Amar, dans le Maroc français, à 180 km de Casablanca; la production est d'un demi million de t d'un minerai phosphoreux à 43 % de fer.

Beni Buifrur - Uixan, dans le Rif espagnol, à quelques kilomètres du port de Melilla; on produit un million de t d'un minerai à 67 % de fer, sans phosphore.

Algérie.

Les gisements exploités sont : Beni-Saf, dans l'Oranais, Zaccar-Rouina, dans l'Algérois, Aïn Mokra, près de Bône, et Ouenza, à 150 km du port de Bône.

Tunisie.

Le gîte de Djérissa est à 150 km du port de Bi-

Le centre minier le plus important est celui de Ouenza-Djérissa dont les exploitations se font face, de part et d'autre de la frontière.

La production de l'Afrique du Nord a été de :

2,0 millions de t en 1913 5.5 » en 1938 5.2 » en 1954 6,1 » en 1955 5.4 » en 1956

Le minerai est exporté en totalité; les deux tiers sont destinés à la Grande-Bretagne, le restant à l'Allemagne.

Les réserves sont grandes, mais en raison de leur dispersion, les gîtes ne se prêtent pas à une organisation de production en masse et il est peu probable que l'Afrique du Nord puisse contribuer à un grand accroissement de la production de fonte en Europe.

PAYS EUROPEENS PRODUCTEURS ET IMPORTATEURS DE MINERAI DE FER LA GRANDE-BRETAGNE

La Grande-Bretagne qui fut, au cours d'une longue série d'années, le plus important producteur de fonte de l'Europe et même du monde, a puisé largement dans ses gisements de minerai. Elle n'utilise plus aujourd'hui le carbonate de fer de ses houillères; elle a épuisé presque complètement les riches hématites du Cumberland et de quelques autres régions. Elle n'exploite plus guère, à présent, que l'abondant minerai oolithique du Jurassique, semblable à celui de la Lorraine. Les couches d'oligiste oolithique affleurent suivant un arc de cercle, des bords de la Tees, au nord, au bassin supérieur de la Tamise, au sud, soit sur une longueur de 300 km. Les couches s'enfoncent vers l'est, recouvertes par des terrains plus récents.

Le gisement s'étale largement en surface dans le Cleveland où il a été exploité presque jusqu'à l'épuisement pour les besoins de la sidérurgie toute proche de Middlesborough. Le gisement n'est plus encore exploité que près de Frodingham, non loin de l'Ouse, dans le Northamptonshire et dans la région de Banbury au sud, dans l'Oxfordshire.

Le minerai a une faible teneur en fer, comprise entre 22,6 à 55,6 %, soit de 29 % en moyenne; il est presque partout très siliceux et partout phosphoreux.

Il est exploité à ciel ouvert et, de plus en plus, souterrainement, par galerie et puits.

La production de minerai de fer a été forcée pendant la guerre, atteignant 20 millions de t en 1942. En 1929, elle avait été de 13,4 millions de t. Depuis la dernière guerre, elle est de 15 à 16 millions de t. On ne peut pas espérer la voir augmenter beaucoup dans l'avenir vu la médiocrité de la qualité du minerai, l'épuisement de certains gîtes et le renchérissement du prix de revient, conséquence de l'importance croissante de l'exploitation souterraine. Les réserves sont encore importantes.

Gisement du Jurassique dans le Centre Est de l'Angleterre.

Prouvé	994	millions de t
Probable	1.155	»
Possible	986	>>
	3.135	>>

La Grande-Bretagne ne pourra augmenter sa production d'acier qu'en important plus de minerai, d'autant plus que le minerai indigène a une teneur en fer de 29 % et le minerai importé de 55 % et plus. L'importation de minerai à 63-66 % de fer permet d'augmenter la production de fonte sans nécessiter la construction de nouveaux hauts fourneaux.

Les importations de minerai de fer en Grande-Bretagne ont été de :

Dretagne ont ete de:		
	en milli	ions de t
	1955	1956
Suède	4.1	4.4
Norvège	0,2	0,1
France Normandie	0,6	0,6
Espagne	0,8	0,8
Afrique du Nord	3.4	2,9
Liberia	0,3	0,3
Sierra Leone	0,7	0,7
O.A.F.	0,5	0,6
Brésil	0,5	0,5
Venezuela	0,1	0,1
Canada	1,4	2.5
U.R.S.S.		0,7
Portugal	-	0,1
	-	
	12,6	14,3

La Grande-Bretagne est le pays qui s'est le plus préoccupé de son approvisionnement en minerai de fer dans l'avenir. La British Iron and Steel Corp. (Ore) — BISCO — est en fait une coopérative qui, pour compte de tous les sidérurgistes britanniques, achète du minerai à l'étranger, fixe un prix de parité, prend des participations dans les sociétés minières à l'étranger, transporte le minerai sur ses « minéraliers » ou sur des navires affrétés au voyage chart-time.

Malheureusement, la Grande-Bretagne n'a pas beaucoup de ports qui puissent recevoir des minéraliers de plus de 20.000 t.

ALLEMAGNE

Par la désannexion de la Lorraine et la dissolution du Zollverein, la première guerre fit perdre à l'Allemagne les mines du territoire lorrain annexé et du Luxembourg dont la production avait été de 28,4 millions de t en 1913. D'autre part, l'Allemagne construisit dans la Ruhr des usines pour recouvrer sa capacité de production d'acier diminuée par la perte de la Lorraine. Pour parer à sa pénurie de minerai, l'Allemagne a augmenté la production de ses mines, qui passa de 6,5 millions de t en 1013 à 16,0 en 1056; elle a augmenté ses importations de minerai qui passèrent de 14 millions de t en 1913 à 17,8 en 1956. Le minerai extrait dans le pays est pauvre, le minerai importé est riche. La mise au mille du minerai a passé, de 1913 à 1956, de 2,5 à 2,0.

Le compte des minerais de fer s'établit comme suit :

(millions de t)		1913	1956
Production:			
en territoire allemar en Lorraine annexé		6,5	16,9
au Luxembourg		28,4	-
		-	-
	Total	34.9	16,9
Importation		14,0	17,8
	Total	48.9	34.7
Exportation		2,6	-
Disponible apparent		46,3	34.7
Production de fonte		19,3	17,6

La perte de la Haute-Silésie par l'Allemagne occidentale ne change pas les conclusions à tirer de ce compte.

L'Allemagne ne pourra pas réduire son déficit en minerai ni pourvoir, par ses propres ressources, à l'augmentation de sa production d'acter sans importer des quantités toujours plus grandes de minerai, c'est la conclusion à tirer d'un examen de ses gisements de fer.

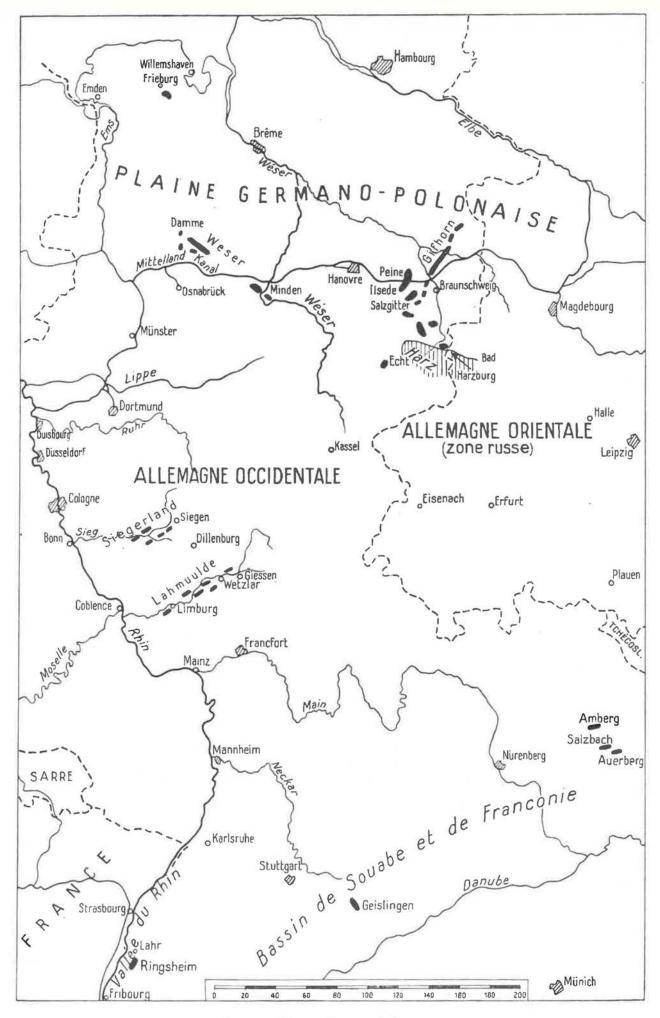


Fig. 6. - Allemagne, Gisements de fer.

Peine - Salzgitter - Gifhorn.

Dans la plaine germano-polonaise, entre le Weser et l'Elbe, dans une zone subhercynienne, au nord du Massif du Harz, on trouve à différents niveaux stratigraphiques du Secondaire (Mésozoïque) des couches ou amas de limonite, minerai pauvre, dont la teneur en fer n'atteint qu'exceptionnellement 40 %. Le minerai est parfois calcaire, mais le plus souvent siliceux ; il est phosphoreux, rarement manganésifère. Il peut être amélioré par un enrichissement et une agglomération.

Le gisement de Peine, sur le Mittelland Kanal, à Ilsede, Adenstedt, Lengede, Broistedt, se trouve à des profondeurs de 20 à 750 m; il est constitué par une couche de 3 à 20 m de puissance d'une limonite dont la teneur en fer est de 24 à 30 %, mais qui peut titrer 40 % après lavage. On a estimé la réserve de ce gisement à 130 millions de t, volume représentant 30 millions de fer. La production y est de 2 millions de t par an.

Le gisement Salzgitter est plus important. Il couvre les deux flancs d'un anticlinal et affleure en de nombreux endroits. La puissance de la couche de limonite est généralement de 30 m, mais atteint par endroit 100 m. Le minerai a une teneur en fer de 20-35 %; lavé et calciné, il peut titrer 46 % de fer. La réserve qu'il est difficile d'évaluer, est grande. La production annuelle atteint 7 millions de t.

Des gisements se trouvent de part et d'autre du Harz, à Bad Harzburg, à l'est, et à Kalefeld-Echt, à l'ouest. A Bad Harzburg la formation lenticulaire a une puissance de 2 à 20 m; le minerai est très pauvre. A Echt, la couche ferrifère de 5 à 12 m d'épaisseur est exploitée à ciel ouvert. Le minerai titre 25 % de fer en moyenne.

Les gisements de Peine-Salzgitter se prolongent en direction nord-est par le bassin allongé de Gifhorn (Gilhorner Mulde) où les sondages au pétrole ont fait découvrir une grande richesse en fer. Les couches de limonite, dont l'épaisseur est de 10 à 120 m, sont à faible profondeur, à l'est, et s'enfoncent à l'ouest où on a pu les suivre jusqu'à 1.700 m de profondeur.

Le minerai s'enrichit dans cette direction et en profondeur. Il a, par endroit, une teneur de 44,80 % de fer ; il est parfois calcaire, souvent très phosphoreux. La réserve, qu'il est difficile d'évaluer avec précision, est grande ; elle serait de 340 millions de t pour le minerai calcaire et 450 millions pour le minerai siliceux. La Gifhorner Mulde est une réserve non encore entamée.

Peine, Salzgitter, le Harz et Gilhorn représentent au total une réserve certaine ou très probable de plus de 2 milliards et plus une réserve possible de 2,5 milliards de t. Le minerai de la région est en partie consommé par l'usine de Salzgitter dont la production de fonte atteint actuellement 1,5 million de t.

La firme Krupp, qui se spécialise dans la préparation des minerais pauvres, a installé dans la région, pour le compte de 8 usines allemandes, des fours pour l'agglomération du minerai pauvre et acide de Peine et Salzgitter. La préparation va jusqu'à la production de fer métallique — loupes à 94 % de fer — pouvant remplacer la mitraille.

Wesergebiet.

Un peu au sud de Minden, on exploite, dans la chaîne Wiehengebirge-Weserkette et à l'endroit où elle est percée par la Weser, à Dützen et à Kleinenbrunen, des couches de limonite de 2 à 9 m d'épaisseur et d'une teneur en fer de 25 %. Les exploitations se font par galeries et par puits. La production ne dépasse guère un million de t par an.

Damme.

A 30 km au nord de Osnabrück, on a commencé en 1948 l'exploitation d'une série de lentilles de limonite dont l'une d'elles a 12 km de longueur, 1 à 2 km de largeur et 1,50 à 5 m d'épaisseur. Le minerai y a une teneur en fer de 25 % environ. La production n'atteint pas un demi-million de t.

La plaine du Nord, en général.

Les très nombreux sondages au pétrole exécutés ces dernières années dans la plaine allemande ont montré l'existence de gisements de fer relativement riches. Ainsi, à Frieburg, au sud-ouest de Wilhemshaven, à 1.700 m de profondeur, la sonde a traversé une couche de 14 m d'épaisseur d'une limonite calcaire.

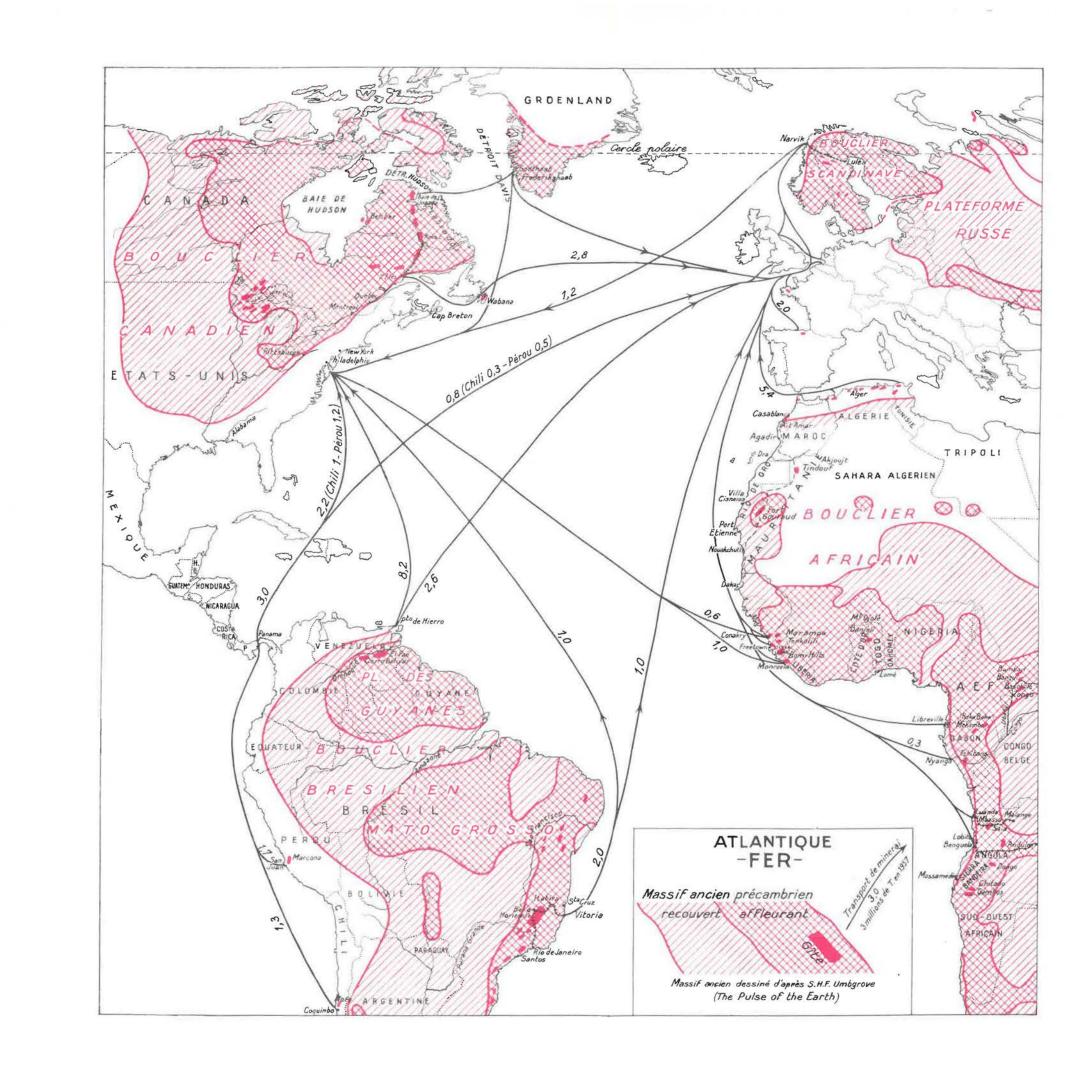
Pays de la Sieg.

(Siegländer - Wieder - Spateisensteinbezirk).

Dans le bassin de la Sieg, affluent de la rive droite du Rhin, on exploite depuis très longtemps dans les terrains plissés du Dévonien des couches d'un minerai qui titre, à l'état cru, 33 % de fer et 7 % de manganèse et préparé et grillé, 50 % de Fe, et 11 % de Mn. Ce minerai est sans phosphore. Les mines, déjà anciennes, sont descendues à 800-1.000 m de profondeur.

La production, qui plafonnait autrefois au niveau de 2 millions de t par an, n'est plus aujourd'hui que 1,3 million.

Les réserves ne sont plus que de 25 millions de t et ne permettent pas d'espérer une reprise de l'extraction. Le minerai est, en grande partie, consommé dans la région.



Hessen.

Bassin de la Lahn et de la Dill.

Entre Limburg, Wetzlar, Giessen et Dillenburg, une quinzaine de mines exploitent un gisement d'âge dévonien, lenticulaire, de 0,50 à 16 m d'épaisseur. En surface, on exploite en quelques endroits une limonite provenant de l'altération du minerai primaire. La production atteint 1,5 million de t et ne pourra guère dépasser ce niveau.

Allemagne du Sud.

Dans le bassin de Souabe et de Franconie, le Jurassique est très riche en fer, mais n'est que très peu exploité en raison de sa pauvreté et de l'irrégularité du minerai.

Dans le Haut-Palatinat Bavarois, à 60-70 km à l'est de Nuremberg, les couches du Jurassique renferment une limonite dont la teneur en fer est comprise entre 30 et 55 %. Les usines de Amberg — Luitpold et Maximilian — l'exploitent à Amberg, Sulzbach-Rosenberg et Auerbach. La production ne dépasse pas un million de t. Les réserves paraissent importantes.

Le long de la côte qui domine le Jura Souabe, dans le Wurtemberg, on exploite des couches d'oligiste oolithique à Geislingen. Le minerai y a une teneur de 25 à 30 % de fer. La production annuelle ne dépasse guère 300.000 t. Les réserves de ce minerai pauvre sont énormes.

On exploite près de la vallée du Rhin, non loin de Fribourg (Baden), à Kahlenberg et à Schönberg, un calcaire ferrugineux à 20 % de fer. La production ne dépasse pas un demi-million de t. Les réserves sont importantes.

Importation de minerais de fer en Allemagne.

	en mill	ions de t
	1955	1956
Suède	6,3	7,2
Norvège	0,7	0,9
Luxembourg	0,4	0,6
France Normandie	0,4	0,6
Suisse	0,1	0,1
Espagne	1,1	1,8
Portugal	0,1	0,1
Algérie	0,7	0,5
Tunisie-Maroc	0,5	0,8
Turquie	0,3	0,3
Angola	0,5	0,5
Liberia	0,4	0,4
Sierra-Leone	0,4	0,5
Brésil	0,4	0,4
Venezuela	0,3	0,6
Chili	0,1	0.4
Pérou	0,1	0,5
Canada	1,1	1,4
Inde Portugaise Goa	0,5	0,5
		-
Total	14.3	17.9

Les sidérurgistes allemands ont pris des participations dans la plupart des grands gisements nouveaux de fer. Des firmes, comme celles de Klöckner et Krupp, construisent du matériel pour de nouvelles mines à l'étranger et seront payées partiellement en minerai. On trouve des intérêts allemands au Brésil, dans l'Afrique, à Fort Gouraud, dans l'Amérique du Nord, dans la province de Québec, Labrador et ailleurs.

Les Allemands, qui construisent une usine à Brême, ont l'intention de faire de Bremerhaven un grand port d'importation de minerai de fer.

	Réserves en millions de t			- A
	certaines ou vrai- semblables	possibles	totales	Teneur en %
Peine, Salzgitter, Gifhorn	1.248	2.485	3.733	14 à 44 % moy. 30
Plaine du Nord	90	295	385	14 à 46 % moy. 30
Pays rhénan	64	13	77	30 à 45 % moy. 40
Allemagne du Sud	1.675	190	1.865	25 à 45 % moy. 30
Totaux	3.077	2.983	6.060	2. 3

L'Allemagne importe de grandes quantités de minerais, de nombreux paysignes

Les pays de l'Atlantique consomment en forte proportion des minerais phosphoreux et produisent, en conséquence, beaucoup de fonte basique. Le tableau le fait voir.

La fonte basique dans l'ensemble de la production année 1956

rcentage la fonte asique as le total
82
82
75
65
90
100
97
100
97

L'utilisation progressive des minerais des nouveaux gisements, généralement non phosphoreux, implique un changement des procédés de fabrication, changement dont les difficultés ne retarderont pas l'emploi des minerais riches, tant sont grands les avantages qu'ils présentent.

La Grande-Bretagne et l'Allemagne sont déjà entrées dans la voie de l'utilisation des minerais riches de l'Amérique et de l'Afrique; la provenance des minerais qu'elles importent le prouve ainsi que la proportion de fonte basique qu'elles produisent.

Les pays dont la sidérurgie est basée sur l'utilisation des minerais lorrains chercheront, eux aussi, dans l'avenir, outremer, un appoint de minerai pour augmenter occasionnellement leur production de fonte sans faire de nouvelles installations, pour diminuer la consommation de coke et, dans certains cas, pour diminuer les frais de transport.

La composition du minerai lorrain et des minerais d'outremer, ou plus exactement, leur combinaison, seront l'objet d'un examen dans la seconde partie de cette étude.

(à suivre)

Considérations sur le fonctionnement, les essais et la surveillance des câbles d'extraction à grande profondeur, en Afrique du Sud

par J. VERWILST

Ingénieur Civil des Mines, Chef de Service à l'Association des Industriels de Belgique.

SAMENVATTING

In Zuid-Afrika zijn ongeveer twee duizend ophaalkabels in gebruik. Een zo grote concentratie van ophaalinrichtingen is merkwaardig en heeft aanleiding gegeven tot een ruime ondervinding en tot een wetgeving die aandachtig is voor de noden van een voortdurende vooruitgang.

Aangezien alle belangrijke karakteristieken van de extractie er actueel zijn, zoals bijvoorbeeld de extractie op grote diepte, vormt dit land een rijke bron van voorbeelden en van waardevolle inlichtingen op beschouwd gebied.

Meest alle inrichtingen zijn in werking in de Staat van Transvaal en in de Oranje-Vrijstaat. De diepste mijnen zijn de goudmijnen. Verscheidene ontginningen bereiken nagenoeg de diepte van 3.000 m.

Het typisch schema van de diepe werkplaatsen is het volgende: vertrekkend van de bovengrond, een vertikale schacht, waarvan sommige rechtstreeks tot 2.000 m afdalen; een hellende binnenschacht van verscheidene honderden meter vanaf de laadplaats van de hoofdschacht, gevolgd door een hellende galerij. Sommige ontginningen hebben slechts twee schachten; een vertikale en een subvertikale. Andere hebben alleen een hoofdschacht en een hellend vlak.

Vooreerst wordt een kort overzicht gegeven van de bestaande wetgeving, beperkt tot de onderwerpen die ons aanbelangen. Vervolgens worden de verschillende typen van kabels in ogenschouw genomen, de destructieve laboratoriumproeven, de controle in dienst en de niet destructieve methodes. Ten slotte volgen enkele gegevens aangaande zekere type-installaties.

Tevens worden ter vergelijking enkele gegevens verstrekt betreffende Belgische ophaalinrichtingen.

1. - Introduction.

Environ deux mille câbles d'extraction sont en service actuellement en Afrique du Sud. Une concentration aussi importante d'installations d'extraction est vraiment remarquable. C'est ainsi qu'une très grande expérience a été acquise dans ce domaine et a fait l'objet d'une législation attentive aux besoins et progrès constants. Comme toutes les caractéristiques importantes de l'extraction y sont d'actualité, telle que l'exploitation à grande profondeur par exemple, ce pays présente donc des sources d'exemples et de renseignements de valeur dans le domaine envisagé.

La presque totalité des installations sont en service dans l'Etat de Transvaal et dans l'Etat Libre d'Orange. Les mines les plus profondes sont les

mines d'or. Plusieurs exploitations voisinent la côte de moins 3.000 m.

Le schéma type des chantiers profonds est le suivant, en partant de la surface : un puits vertical dont certains extraient directement à plus de 2.000 m; un puits subvertical (burquin exploitant sur une profondeur de plusieurs centaines de mètres à partir de la recette inférieure du puits vertical) et ensuite un plan incliné. Certaines exploitations ne comporteront que deux puits, un vertical et un subvertical et un puits incliné.

Au cours de cet exposé, il sera tout d'abord donné un bref aperçu de la législation en vigueur limitée au point de vue qui nous occupe, ensuite seront examinés les types de câbles utilisés, les essais destructifs des câbles en laboratoire, la surveillance en service et l'emploi de méthodes non destructives. Quelques données caractériseront enfin des installations types.

Il sera en même temps présenté quelques renseignements comparatifs sur les installations d'extraction belges.

2. - La législation.

La Législation portant sur l'exploitation des mines et les installations industrielles est dictée par le: « Mines and Works Act of the Union n° 12 de 1911 » complété et amendé depuis par de nombreuses circulaires gouvernementales (Government Notices). L'ensemble de cette législation est publié dans « The Mines Works and Machinery Regulations » [1].

Elle stipule notamment les coefficients de sécurité à respecter, les essais destructifs et les contrôles imposés aux câbles. Nous reproduisons ci-dessous les extraits de l'article 54 de cette réglementation traitant des coefficients de sécurité.

« Art. 34. — a) Lorsque le système d'extraction est tel qu'il permet les essais périodiques sur le câble tels qu'ils sont prescrits à l'art. 37 et lorsqu'un câble d'équilibre ou câble queue n'est pas utilisé, aucun câble d'extraction ne peut être mis en service pour le transport de personnes ou de matériel, si la charge de rupture en tout point du câble est inférieure à l'une des cinq conditions suivantes:

 dix fois la charge effective des poids combinés de la cage et de ses attaches et du nombre maximum de personnes autorisées ou de la charge en matériel,

2) neuf fois la charge effective des poids combinés de celui de la cage et de ses attaches et de la charge maximum admise en produits utiles, ou

3) cinq fois la charge effective des poids combinés de celui du câble situé entre la molette et le point maximum inférieur de travail de la cage, du poids de la cage et de ses attaches et du poids du nombre maximum de personnes autorisées ou de la charge en matériel, ou

4) quatre fois et demie la charge effective des poids combinés de celui du câble situé entre la molette et le point maximum inférieur de travail de la cage, du poids de la cage et de ses attaches et de la charge maximum admise en produits utiles, ou

5) Les neuf-dixièmes de la charge de rupture initiale du câble. La charge effective sera la charge statique dans le cas d'un câble opérant dans un plan vertical et de 1,05 fois la composante verticale de la charge statique dans le cas d'un câble opérant dans un plan incliné.

Le mot « attaches » comprend tout ce qui est suspendu ou attaché à la cage, autre que le câble proprement dit.

b) Lorsque le système d'extraction est tel qu'il permet les essais périodiques sur le câble, tels qu'ils sont prescrits à l'art. 37 et lorsqu'un câble d'équilibre ou un câble queue est utilisé, aucun câble d'extraction ne peut être mis en service pour le transport de personnes ou de matériel, si la charge de rupture en tout point du câble est inférieure à celle autorisée par l'Ingénieur de l'Inspection Gouvernementale des Mines ou les neuf-dixièmes de la charge de rupture initiale du câble, quelle que soit la plus élevée.

c) Lorsque le système d'extraction est tel qu'il ne permet d'effectuer les essais périodiques sur le câble tels qu'ils sont prescrits par l'art. 37, aucun câble d'extraction ne peut être mis en service pour le transport de personnes ou de matériel si la charge de rupture en tout point du câble est inférieure à une fois et demie celle spécifiée aux sous-paragraphes 3 ou 4 du paragraphe c) ci-dessus ou aux neuf-dixièmes de la charge de rupture initiale du câble, quelle que soit la plus élevée, étant entendu que l'Ingénieur de l'Inspection Gouvernementale des Mines peut, tenant compte de la profondeur d'extraction ou du fait que l'installation est à câbles d'extraction multiples, admettre l'emploi d'un câble d'extration, sur une telle machine, ayant toute charge de rupture inférieure qu'il jugerait de spé-

d) Lorsqu'une machine d'extraction non affectée au transport de personnes ou de matériel opère dans un puits ou burquin où du personnel est régulièrement transporté, aucun câble ne sera utilisé sur une telle machine d'extraction si la charge de rupture en tout point du câble est inférieure au minimum autorisé pour les câbles utilisés sur les machines d'extraction répondant aux paragraphes a), b), c) ci-dessus.

e) Aucun câble d'équilibre ou câble queue ne sera mis en service sur une machine d'extraction

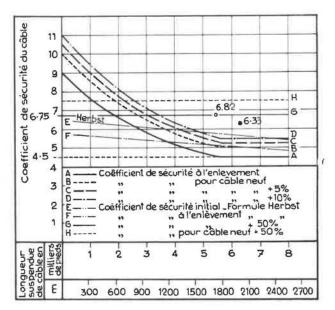


Fig. 1, — Coefficients de sécurité des câbles pour l'extraction du

opérant dans un puits ou burquin où du personnel est régulièrement transporté si la charge de rupture en tout point du câble est inférieure à six fois la charge effective des poids combinés du câble ou du chariot tendeur éventuel, ou inférieure aux neuf-dixièmes de la charge de rupture initiale du câble, quelle que soit la plus élevée ».

Cet article est entré en vigueur le premier janvier 1956 et prescrit, lorsque les essais à la patte ne pourront plus être exécutés (installation Koepe), d'augmenter de 50 % les coefficients de sécurité

(droites G et H de la figure 1).

La figure 1 réunit sur un diagramme les conditions imposées. Elle est extraite d'une communication de L. T. Campbell Pitt, F. G. Zeppenfeld et W. P. Hallet [2]. Les courbes C et D sont proposées dans cet exposé pour atténuer les rigueurs de cette nouvelle réglementation relevant de 50 % les coefficients de sécurité pour les installations Koepe. Les auteurs justifient ces courbes C et D de la façon suivante : « Nous avons l'impression qu'il ne faut pas abandonner à la légère la méthode de détermination des coefficients de sécurité d'après les règlements sud-africains. Ces coefficients de sécurité se sont révélés tout-à-fait satisfaisants pour les conditions régnant ici.

Nous considérons qu'avec les méthodes améliorées et plus sûres de contrôle non destructif, les conditions de fonctionnement du câble Koepe unique sont au moins comparables à celles pour le câble d'extraction fonctionnant par tambour. Dans le cas d'installation Koepe multicâbles, on pourrait admettre une certaine tolérance dans le coefficient de sécurité global pour tenir compte d'une répartition inégale de la charge entre les différents câbles et nous avons donc augmenté le coefficient global de 5 % pour une installation Koepe à 2 câbles et de 10 % pour une installation Koepe à 4 câbles » [2]. Des assouplissements ont déjà été admis (*).

L'Ingénieur de l'Inspection Gouvernementale des mines a autorisé, dans deux cas, des coefficients de sécurité K inférieurs à ceux prévus à la réglementation pour lesquels une requête avait été introduite. Ce sont les points 6,82 et 6,33 représentés à la figure 1, qui tombent en dessous du facteur 7,5 qui, sans cela, aurait dû être appliqué pour ces cas.

Les auteurs comparent les différentes courbes obtenues avec les droites des formules du Docteur Herbst. Rappelons que ces formules sont :

— Translation du personnel : K = 9.5 — 0,001 T. — Translation de minerai : K = 7.2 — 0,0005 T. T étant la profondeur d'extraction en mètres [3]. Tout nouveau câble ne peut être mis en service

qu'après avoir subi un essai mécanique de rupture

sur une éprouvette entière d'au moins six pieds de longueur. Cet essai doit être effectué dans le Laboratoire Mécanique du Département des Mines. Les certificats reconnus des pays étrangers sont acceptés et dispensent d'un nouvel essai aux Laboratoires de l'Etat.

Art. 37-6: « Au moins tous les six mois, l'attache sera renouvelée et une portion d'une longueur d'au moins six pieds sera coupée à cette occasion à la partie inférieure. »

Cette portion de câble doit être envoyée pour essais au Laboratoire Mécanique du Département des Mines. Un certificat attestant les résultats est envoyé à l'utilisateur. Les frais de ces essais sont à sa charge.

Les coefficients de sécurité à la pose sont donc calculés sur les charges de rupture de l'essai de trac-

tion sur éprouvette entière (*).

Les dispositions en ce qui concerne les inspections régulières des câbles sont prévues par l'art 37. Elles précisent que le Directeur en charge des installations minières doit désigner par écrit une personne ou des personnes compétentes en vue d'examiner les câbles.

Au moins chaque jour, le câble d'extraction, ses attaches, ainsi que les différents dispositifs de sécurité et accessoires du système d'extraction, seront examinés visuellement.

Au moins chaque mois calendrier et à des intervalles ne pouvant dépasser 45 jours, un Ingénieur diplômé examinera le câble en vue de se rendre compte de son état de détérioration. Dans ce but, le câble devra être complètement nettoyé aux places choisies par l'Ingénieur. Toute réduction de la circonférence du câble, l'état des fils, ainsi que leurs usure, corrosion, rupture, fragilité ou toute autre donnée nécessaire à l'évaluation de l'état du câble, seront consignées. Notification de la désignation de cet Ingénieur sera communiquée au Directeur de l'Inspection Gouvernementale des Mines.

Ces principales stipulations conditionnent l'exploitation des câbles et leur surveillance. Elles sont propres aux installations utilisées en Afrique du Sud qui sont toutes, à l'exclusion de quelques-unes en cours de montage, du système à tambour.

Les câbles utilisés.

Au début de l'année 1956, à quelques exceptions près, toutes les machines d'extraction étaient du type à tambour. Quelques installations en service

^(*) Sur avis motivé de l'Ingénieur de l'Inspection Gouvernementale des Mines pour les installations en service et non conformes à cette date.

^(*) Les coefficients de sécurité admis en Belgique sont de 8 au placement et 6 à la dépose. Des dérogations sont accordées dans certaines conditions et des exploitations fonctionnent avec des coefficients plus bas. Les coefficients les plus bas accordés actuellement sont, pour une exploitation, 6 au placement, 5 à la dépose. Il est à noter que ces coefficients sont calculés en Belgique, soit sur la charge de rupture effective du câble, soit sur la charge de rupture calculée.

ou en cours de montage étaient du type Koepe monocâble ou multicâble. Dans les projets des nouvelles installations, le type Koepe semble rencontrer beaucoup de partisans. Cependant, les services techniques des grosses compagnies minières sudafricaines ne s'engageront progressivement dans cette voie qu'après une expérience satisfaisante sur les nouvelles installations.

En effet, celles qui existent donnent pleinement satisfaction et une grande expérience est acquise dans ce domaine.

Le type de câble utilisé en extraction est le câble à torons triangulaires préformés. L'âme du câble est en chanvre ou sisal. Ce câble, dans la plupart des cas, est giratoire et est généralisé dans toute l'industrie minière en Afrique du Sud.

Les câbles antigiratoires sont utilisés pour tous les fonçages.

Ces câbles sont, pour la plupart, fabriqués en Afrique du Sud.

Les Sud-Africains sont d'avis que les câbles à torons triangulaires présentent les grands avantages suivants :

- leur section présente une densité d'acier élevée, ce qui a une répercussion directe sur le diamètre du câble ;
 - leur surface extérieure résiste mieux à l'usure;
- plus de 50 % de la résistance des câbles reposent dans les fils extérieurs. Cette caractéristique permet de suivre facilement l'état du câble ;
- les pressions spécifiques sur les systèmes d'enroulement sont moindres.

Dans les installations Koepe, l'usage de ce type de câble sera conservé.

Les plus gros câbles actuellement utilisés présentent un diamètre de 59 mm, avec une charge de rupture effective d'environ 250 tonnes et d'un poids de 14.5 kg/m. Des câbles plus gros, sont fabriqués, mais ne sont pas utilisés dans l'Union Sud-Africaine (Rhodésie).

A titre indicatif, voici la composition d'un câble récemment placé :

- longueur : 2.180 m
- diamètre : 50,8 mm
- charge de rupture effective : 184 tonnes
- acier: 188 kg/mm²
- composition : 6 torons triangulaires de 32 fils.
- 14 \times 3,20 + 12 \times 2,33 + 6 \times 2,10 (\varnothing en mm) + 1 âme centrale en textile.

Les câbles les plus couramment utilisés présentent des diamètres variant entre 38 et 51 mm.

Les nuances d'acier généralement employées sont 170-190 kg/mm² pour les câbles jusque 44 mm de diamètre, 180-196 kg/mm² pour les câbles d'un diamètre supérieur à 44 mm.

Il y a de nombreuses exceptions à cette tendance. Dans la plupart des cas, on emploie des fils non galvanisés, même où les phénomènes de corrosion se ressentent activement. Certains câbles constitués de fils d'acier d'une résistance de 196/200 kg/mm² ont eu un heureux comportement, alors que l'usure et les modes d'enroulement sur les machines utilisées sont plus sévères que si ces câbles étaient utilisés sur un système Koepe.

L'acier est élaboré par le procédé Duplex, combinaison d'acier Bessemer acide et de four Martin basique [4].

- Carbone 0.72 à 0.87 %
- Manganèse 0,70 à 0,90 %
- Phosphore 0,02 % maximum
- Soufre 0,02 % »
- Silicium 0,30 % »

Signalons que les câbles ronds les plus utilisés en Belgique sont des câbles Nuflex dont le diamètre varie entre 55 et 70 mm et ayant les compositions suivantes:

 $-12 \times (9+9+1)$ $+ 6 \times (9 + 9 + 1)$ $+ 6 \times (6 + 1)$ + 1 âme centrale en acier recuit $12 \times (12 + 6 + 6 + 6 + 1)$ $+ 6 \times (12 + 6 + 6 + 6 + 1)$ $+ 6 \times (5 + 1)$ + 1 âme centrale en acier recuit $17 \times (6 + 1)$ $+11 \times (6+1)$ $+ 6 \times (6 + 1)$ + 1 âme centrale en acier recuit $12 \times (10 + 5 + 5 + 5 + 1)$ $+ 6 \times (10 + 5 + 5 + 5 + 1)$ $+ 6 \times (6 + 1)$ + 1 âme centrale en acier recuit

Le diamètre des plus gros fils atteint 3,10 et les charges unitaires de rupture dépassent souvent 200 kg/mm² pour atteindre 220 kg/mm².

On voit que la charge de rupture unitaire a tendance à augmenter quand le diamètre augmente. Cela résulte de la nécessité d'augmenter la charge de rupture du câble quand la charge d'extraction et quand la profondeur des puits augmentent. Le même phénomène se manifeste en Belgique. Toutefois, le recours aux installations à multicâbles vient à point pour mettre une limite aussi bien aux diamètres croissants des câbles qu'à l'augmentation de la charge de rupture unitaire des fils.

4. Essais des câbles en laboratoire [5]

Tous les câbles sont essayés aux Laboratoires de l'Etat, à Cottesloe (Johannesburg). Ces essais comportent une rupture d'une éprouvette entière du câble, suivie d'un examen visuel du câble et des fils. Il n'est pas procédé à des essais mécaniques sur les fils. Pour subir l'essai de traction, les éprouvettes sont préparées avec le plus grand soin.

Elles sont coupées à des longueurs L + 2 a standard, fonction de leur diamètre D.

Le laboratoire demande que les éprouvettes soient envoyées avec une petite surlongueur. Elles sont alors mises à dimension en les coupant au moyen d'une scie constituée par un disque lisse en métal extra-doux, tournant à une grande vitesse. A l'encontre du chalumeau, cette façon de procéder évite de chauffer les éprouvettes.

Les attaches des éprouvettes dans la machine de traction s'opèrent par cônes coulés en métal blanc. L'élaboration de ces cônes ou culots est exposée ciaprès.

4.1 Préparation des culots.

Un collier en métal blanc est tout d'abord confectionné dans un moule. Il servira de support au métal blanc lors de la coulée du cône. La figure 2

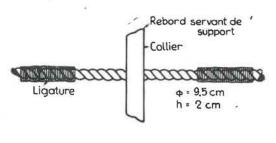


Fig. 2.

reproduit schématiquement ce collier. Parfois un manteau d'asbeste est intercalé entre le câble et les colliers, spécialement sur les câbles ronds de gros diamètres.

Le câble est détoronné suivant un processus bien défini. Un grand soin est apporté au nettoyage du chignon. Il s'opère suivant une méthode qui reste la même pour toutes les éprouvettes devant subir l'essai de traction.

La composition du métal blanc est la suivante :

étain : 20 % antimoine : 10 % plomb : le reste.

Le métal blanc est élaboré dans un petit four chauffé électriquement et dont la température est réglée automatiquement et maintenue rigoureusement à 300° C.

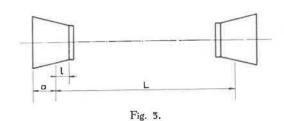
Les dimensions des éprouvettes, ainsi que la position des culots sur les éprouvettes, doivent être toujours les mêmes pour chaque type de câble afin que les essais successifs puissent être comparatifs tant sur les charges que sur les allongements.

Trois types d'éprouvette standard permettent d'essayer tous les câbles. Le type de l'éprouvette est fonction du diamètre du câble. Les éprouvettes sont caractérisées par trois facteurs (fig. 3):

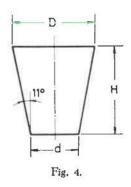
L: longueur d'épreuve de l'éprouvette

a : longueur culottée

I : longueur non culottée.



Les éprouvettes sont amarrées dans la machine par des culots. Il existe cinq types standard de culots qui sont déterminés également par le diamètre du câble. La figure 4 montre les facteurs caractérisant les culots. L'angle de 11° est constant pour tous les types de culots.



H: hauteur du culot.

D et d: grand et petit diamètres.

Rappelons que la notice A.I.B. n° 366/C.E.M.T. 11 décrit l'élaboration des culots employés en Belgique.

Le métal blanc employé est le zinc pur.

4.2 Machine de traction.

Les essais s'effectuent sur une machine de traction horizontale de 500 tonnes Mohr et Federhaff. Les éprouvettes sont étirées à raison de 1 à 2 pouces par minute.

Au commencement de l'essai, la mise en charge est de 2 t/sec, tandis qu'en fin d'essai elle est de 1 t/sec. Ces valeurs sont fonction des diamètres des câbles et ne donnent qu'un ordre de grandeur.

4.3 Exécution de l'essai de traction.

Lors de l'essai, un diagramme effort-allongement est enregistré en deux exemplaires : l'un à destination de l'usager, l'autre à destination du laboratoire (fig. 7).

Les résultats sont consignés sur un formulaire. Ce dernier reprend toutes les caractéristiques intéressant le câble. La figure 5 reproduit la partie supérieure du formulaire. La partie inférieure est réservée aux observations opérées au cours de l'essai.

<u>}</u> * . № .	
	DETAILS DU CABLE
And the same of th	détails soulignés ci-dessous sera fixée à l'échantillon. être conforme aux indications du Certificat de l'Installation d'Extraction. riennent pas.
Echantillon fourni par	
Nom du fabricant	
	Date de pose
	Type de puits [©] : Vertical, Combiné, Incliné
Nom du compartiment	Longueur d'extraction (pieds)
Nº du certificat de l'installation d'extraction	
Nº du rouleau de câble	
Longueur du câble (pieds)	Poids par pied courant (livres)
Diamètre nominal du câble (pouces)	Largeur et épaisseur (pouces)
Composition du câble	
Genre de câblage	
Nombre de torons	
Nature de l'âme du câble	
Genre de graissage	
Nombre de fils dans un toron	
Diamètre des fils	
Nature de l'âme des torons	
Nature de l'acier des fils	
Résistance unitaire de l'acier	
Charge de rupture du câble neuf	Tonnes (2000 livres)
Charge de rupture lors du dernier essai	
	Signature de l'Ingénieur

Fig. 5.

En plus de la consignation de la charge de rupture effective relevée à l'essai de traction, les observations portent sur les points suivants :

 l'usure est mesurée : le nouveau diamètre ainsi que le pourcentage primitif sont notés.

— la corrosion est appréciée. On particularise la corrosion extérieure, intérieure entre torons extérieurs au contact de l'âme ou des âmes. La corrosion est évaluée par la perte en poids et classée en neuf catégories allant du terme « traces » (moins de 1/2 %) au terme « excessif » (supérieur à 30 %). Les degrés sont évalués visuellement par les préposés aux essais.

— la Iubrification est enregistrée. Sept termes sont utilisés pour caractériser cet état : bon — bon à admissible — admissible — admissible à déficient — déficient à sec — sec. Les évaluations sont basées sur l'épaisseur et la consistance de la couche de graisse. Le terme « sec » est employé lorsqu'il n'y a plus de graisse en un point.

— l'aspect de la cassure des fils : les termes suivants sont utilisés pour caractériser ces états : ductile, en cuvette (cuppy), cisaillement ou fragile.

On renseigne encore si des torons séparés se brisent au cours de l'essai et enfin la position de la rupture.

4.4 Les ruptures dans les amarres.

Moins de 16 % des éprouvettes essayées donnent des ruptures, soit au col des culots, soit dans l'amarre elle-même. Lorsque ce phénomène se produit, le résultat est considéré comme valable. Le laboratoire prétend que pareille rupture n'affecte en rien les résultats. Cette opinion a été plusieurs fois confirmée par les essais successifs qui ont été opérés sur un même câble. Il est arrivé qu'une éprouvette d'un câble, s'étant rompue dans l'amarre, a donné une charge de rupture plus élevée que l'éprouvette du même câble essayée six mois plus tôt et dont la rupture s'était produite en pleine éprouvette.

Il a toutesois été remarqué que les éprouvettes coupées mécaniquement (à la scie) ont donné un moins grand nombre de ruptures aux amarres que celles découpées au chalumeau.

4.5 Conditions des essais.

Le coût des essais est à charge de l'utilisateur. Le tarif des essais de traction est le suivant :

- Diamètre inférieur à 15,87 mm
 - 1 livre S-A (140 FB)
- Diamètre compris entre 15,87 mm et 31,75 mm
 2 livres 10 sh
- Diamètre supérieur à 31,75 mm

— 3 livres 10 sh.

4.6 Remarques.

Il est à remarquer que les fils ne sont pas essayés séparément et il en est de même lors de l'essai d'un câble neuf. Ce n'est qu'à la demande expresse de l'usager que l'on y procède et cela arrive très rarement.

Les essais effectués en Belgique, lors de la mise en service des câbles neufs, comportent :

- un essai de traction sur éprouvette entière ou un essai de traction sur tous les fils ;
- des essais de traction, torsion et flexion sur fils ;
- on y ajoute fréquemment des examens métallographiques sur fils pour la recherche des inclusions et l'examen de la texture, ainsi que la détermination de la teneur en carbone.

5. — L'inspection des câbles en service.

5.1 Inspections.

La surveillance journalière des câbles, telle qu'elle est prescrite par la réglementation, est généralement confiée au cordier. Il inspecte visuellement le câble à la vitesse normale de translation. Si quelque chose d'anormal est découvert, il fait arrêter le câble à cet endroit et il opère alors une inspection détaillée en procédant éventuellement au nettoyage du câble.

Cette inspection, ainsi que son résultat, sont consignés sur un rapport et dans le livre du câble. Ces documents doivent être tenus à la disposition de l'Ingénieur de l'Inspection Gouvernementale des Mines.

L'inspection mensuelle est effectuée par le même préposé sous la direction de l'Ingénieur de l'exploitation désigné à cet effet. L'Ingénieur procède à un examen minutieux du câble à des endroits choisis généralement espacés d'environ 100 mètres (*). L'inspection a lieu de préférence à l'entrée du puits où un plancher est monté. Cette inspection fait de même l'objet d'un rapport.

Pour chaque endroit choisi sur le câble, l'inspection mensuelle porte sur environ un mètre de câble préalablement nettoyé de la façon suivante : on applique au chiffon un dissolvant sur la graisse ; à l'aide d'une ficelle, on enlève la graisse ; puis, on nettoie le câble au mazout et on l'essuie ensuite avec un chiffon. L'ingénieur mesure le diamètre et la circonférence, le pas de câblage et examine attentivement l'aspect du câble et des fils. Après cet examen minutieux, on regraisse convenablement le câble et on passe à l'endroit suivant.

5.2 Défauts.

Quels sont les différents défauts rencontrés et quels sont les critères de dépose?

— Fils brisés: En général, peu de fils se brisent dans la période de vie du câble. Dans une mine, un câble a fonctionné 3 1/2 ans effectuant un travail de 10.500 millions de tonnes mètre et, à la dépose, on n'a trouvé qu'un fil brisé. Ce câble avait 50,8 mm de diamètre, 2.180 m de longueur et 185 tonnes de charge de rupture. C'est au début de l'enroulement du câble sur le deuxième tour du tambour que les fils brisés se rencontrent le plus souvent. A cet effet, il est parfois d'usage de couper 3 mètres au tambour tous les 4 mois afin de ne pas maintenir cette partie du câble toujours à la même position.

D'après les constatations faites dans une mine, on est arrivé à la conclusion que, dès que les fils commencent à casser, la vie du câble est terminée.

— L'usure est un des facteurs importants de la dépose. Pour un câble de 38,1 mm de diamètre, une diminution sur le diamètre de 1,58 mm est, dans une exploitation, une mesure d'alarme. Dans une autre exploitation, pour un câble de 50,8 mm de diamètre, une diminution de 9,52 mm sur la circonférence amène la dépose.

Ceci correspond à une perte de 14 % sur la section diamétrale dans le premier cas et de 28 % dans le second cas.

Une diminution de 4 à 6 % en diamètre amène donc la dépose d'un câble.

^(*) Les points du câble correspondant à un nouveau tour d'enroulement sur le tambour sont généralement inspectés tous les mois. Parfois, le câble est ouvert, afin de se rendre compte de l'état intérieur, mais ce n'est qu'exceptionnellement, car le câble ayant des torons préformés, ces derniers risquent de ne plus se remettre bien en place.

L'usure est interprétée. Si elle est plastique, le phénomène est normal. Si, au contraire, l'usure n'est pas plastique, les fils sont alors devenus fragiles et le phénomène doit attirer l'attention (fig. 6).

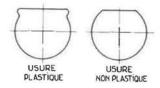


Fig. 6.

— L'indentation est rarement rencontrée. Cela est dû au type de câble utilisé qui, dans la plupart des cas, ne comporte pas de torons intérieurs.

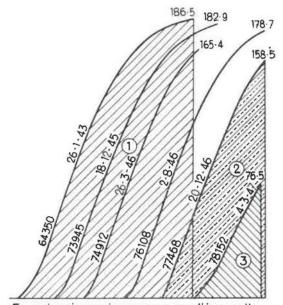
— La corrosion s'observe très souvent et est une des causes les plus importantes de dégradation des câbles.

On signale que, dans l'Etat Libre d'Orange, une éprouvette prélevée après dépose, dans une partie fortement corrodée d'un câble, a donné seulement 40 % de la charge de rupture initiale du câble.

Là où il existe de la corrosion, très souvent l'adhérence de la graisse laisse à désirer et ce phénomène est un indice de détection. Quand le câble est très humide, la graisse tient difficilement. Dans ce cas, on emploie de la graisse avec un solvant qui durcit après évaporation du solvant. Lorsque le câble est très humide, on l'enduit au préalable avec une émulsion de bitume.

Lorsqu'un câble transportant du personnel présente de la corrosion, on ne le laisse pas fonctionner plus de trois ans.

La corrosion est perceptible également sur le diagramme effort-allongement relevé lors de l'essai de



Energie nécessaire pour rompre l'éprouvette de câble (Proof.résilience)

Fig. 7. — Diagrammes efforts-allongements. Essais semestriels successifs sur câbles de 2 pouces de diamètre

1 : superficie en pouces carrés - 545 t pouces 2 : superficie en pouces carrés - 241 t pouces

3 : superficie en pouces carrés - 65,5 t pouces

traction. La partie du diagramme correspondant à la zone de plasticité diminue, ce qui indique une fragilité. Ensuite l'ordonnée diminue. Les résultats se particularisent encore plus lorsque l'on compare les surfaces des diagrammes donnant des valeurs en tons-inches. Ils portent le nom de «Proof Resilience». La figure 7 reproduit ce phénomène [6]).

Ces diagrammes ne peuvent être, bien entendu, comparés l'un à l'autre que si les différentes éprouvettes sont de même longueur, ce qui est le cas en Afrique du Sud.

Tels sont les principaux défauts rencontrés.

Il est à noter que, sur certaines installations avec des câbles en fils galvanisés, on remarquait des fissures longitudinales dans les fils. On eut alors recours à des fils d'acier clair et ces fissures ne se sont plus produites. Certains câbles en fils clairs ont vu alors leur vie s'allonger.

Le tire-bouchonnage est un défaut rencontré assez rarement. Lorsqu'il se produit, on parvient, dans certaines installations, à l'éliminer en faisant passer le câble à travers une filière en acier (*).

Lors du coupage des pattes, on permet au câble la détorsion de quelques tours, la cage étant au jour.

5.3 Interprétation.

Aux résultats de ces examens viennent s'ajouter celui de l'essai de traction à la patte. Ce résultat donne une tendance de l'évolution du câble, mais n'est cependant pas entièrement représentatif de son état. L'usure en cet endroit est faible ou nulle. Un endroit retenant particulièrement l'attention est la partie du câble située au début de l'enroulement du tambour à l'enlevage jour.

Ce n'est donc qu'en interprétant les différents défauts l'un avec l'autre et le résultat de l'essai de traction qu'une appréciation sur l'état du câble peut être arrêtée

Les nouvelles installations du type Koepe verront les méthodes de contrôle profondément modifiées du fait de la suppression des essais périodiques de traction à la patte.

On fonde beaucoup d'espoir sur les résultats qu'apporteront les inspections effectuées avec l'appareil magnéto-inductif dont on parle au chapitre suivant.

En Belgique, en général, un câble est déposé, soit que les fils brisés, soit que les essais sur fils prélevés lors d'une ouverture montrent une perte de résistance faisant descendre le coefficient de sécurité en dessous de celui autorisé. La perte de résistance ne pourra jamais dépasser 30 % de la charge de rupture initiale.

^(*) Il est à signaler, à titre indicatif, une réparation effectuée en Belgique sur un câble rond «Réparation d'un câble rond d'extraction dans lequel la couche extérieure de torons s'était décollée du restant» par G. Jacques, Ingénieur Chef de Service à l'A.I.B. - Pact n° 5/1948.

6. - Méthodes non destructives de contrôle.

Deux appareils seront examinés dans ce chapitre:

— l'appareil magnéto-inductif de contrôle des câbles en service;

 le décéléromètre-téléscripteur des accélérations et décélérations.

6.1 L'appareil magnéto-inductif.

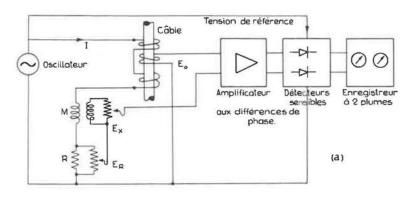
Le groupe Sud-Africain Union Corporation a conçu et monté un appareil magnéto-inductif qui est actuellement affecté aux contrôles des câbles d'extraction en service dans les installations du groupe.

6.1.1 Schéma de principe.

Le câble est magnétisé longitudinalement en passant dans deux bobines en série comprenant chacune dix tours. Le câble passe également dans une bobine de détection comprenant un enroulement de 10 tours. La tension maximum induite pour un câble de 50,8 mm de diamètre est de 10 mV. Les variations mesurées sont d'environ 4 % (de 10 mV). La tension induite Eo est amplifiée et décomposée suivant ses composantes réactive $E_{\rm X}$ et résistive $E_{\rm R}$. Un enregistreur à deux plumes inscrit les résultats. La figure 8 reproduit un diagramme schématique de l'appareillage.

La force électromotrice induite dans la bobine de mesure est en principe proportionnelle au courant magnétisant et déphasée de 90° sur ce dernier. Mais en réalité, la présence du câble donne lieu à des courants de Foucault qui affectent la grandeur de cette force électromotrice et sa phase.

Si nous prenons donc comme référence le courant magnétisant, nous trouverons que la force électro-



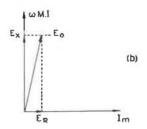


Fig. 8. — (a) Diagramme schématique — (b) Diagramme des vecteurs.

Les caractéristiques du courant sont les suivantes :

- Courant : Im = 0.5 A
- Tension : E = 100 mV
- Fréquence : f = 80 Hz.

motrice n'est pas exactement déphasée de 90° sur lui et le décalage constaté servira à apprécier la grandeur des courants de Foucault.

En d'autres termes, le vecteur Eo peut être décomposé en ses composantes : E_R en phase avec I_m et E_x déphasé à 90° sur I_m .

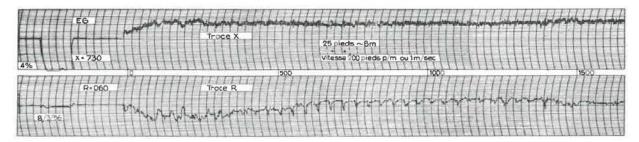


Fig. 9.

Le flux magnétisant dépend du courant magnétisant et de l'aire du câble. Toute variation de cette aire se reflètera sur le flux magnétisant et sur la composante $E_{\rm x}$ en particulier. D'un autre côté, les courants de Foucault dépendront de la résistivité électrique qu'ils rencontreront dans le câble, c'està-dire du plus ou moins bon contact électrique existant entre les fils.

En résumé, la composante E_x est liée à la section d'acier dans le câble, tandis que la composante $E_{\mathbb{R}}$ fournira une aide supplémentaire pour diagnostiquer l'origine des détériorations telles que corrosion, indentation, etc...

La figure 9 reproduit un tronçon d'un diagramme sur 1500 pieds d'un câble après six mois de service. Cette partie de diagramme est donnée simplement afin d'en illustrer l'aspect.

6.1.2 Interprétation.

A titre d'exemple, une diminution du tracé X et une augmentation correspondante du tracé R décèlent une usure des fils (tracé X) et de l'indentation qui a pour effet d'augmenter les contacts entre les torons (tracé R).

Par contre la corrosion sera marquée par une diminution simultanée des tracés X et R. La corrosion amène en effet une perte de métal et donc une diminution de la section d'acier (tracé X). De plus, elle diminue le contact entre les fils par départ de matière (tracé R).

Une interprétation détaillée des diagrammes est donnée dans les communications de M. A. Semme-link [7] - [8].

Des confrontations furent faites entre les lectures des diagrammes, d'une part, et des examens visuels sur les câbles à la mine et des examens visuels et des essais en laboratoire, d'autre part. Ces confrontations confirmèrent les indications des diagrammes et aidèrent à les interpréter.

Une récente communication [8] signale que des essais de traction sur éprouvettes entières ont été effectués. Ces éprouvettes avaient, au préalable, été testées par l'appareil magnéto-inductif. Pour la majorité des éprouvettes essayées, on a constaté une relation étroite entre la lecture X et la charge de rupture.

On se rappellera qu'une étude semblable a été menée en Belgique (Plan Guérin - Récents progrès en matière de contrôle de la sécurité des câbles d'extraction, par Y. Verwist, G. Jacques, J. Strebelle - Annales des Mines de Belgique - livraison novembre 1956), avec un appareil destiné à mesurer uniquement la composante X, mais travaillant en courant continu de façon à assurer une pénétration toujours suffisante du flux même dans le cas de gros câbles (diamètre 60 mm et au-dessus).

L'étude belge a d'abord pris comme base de comparaison les essais de traction sur câbles entiers, mais on s'est aperçu que des résultats parfaitement concordants n'étaient obtenus qu'à partir des essais sur fils.

C'est là un résultat important, car il permet de généraliser les résultats obtenus sur des câbles de compositions diverses, ce qu'on n'avait pas obtenu sur la base d'essai de traction sur éprouvette entière (*).

Les essais sud-africains ont porté sur des câbles dont le diamètre variait de 19,05 à 65,5 mm, alors qu'en Belgique les diamètres les plus courants vont de 55 à 70 mm pour lesquels la méthode à courant continu s'indique.

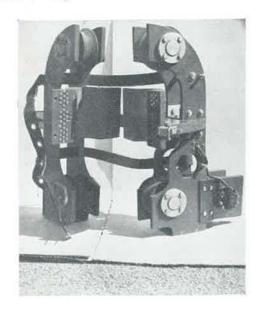


Fig. 10.

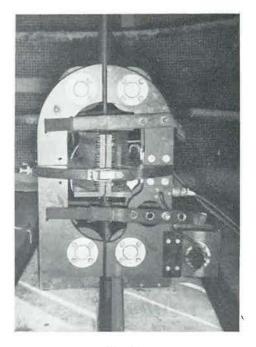


Fig. 11.

^(*) Une communication a paru dans le n° 5 de 1957 des Annales des Mines de Belgique.

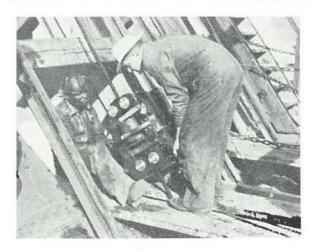


Fig. 12.



Fig. 13.

6.1.3 Appareillage.

L'appareillage, d'un maniement très facile, est aisément transportable et peut être contenu dans le coffre d'une voiture automobile. Il comprend le détecteur que l'on adapte sur le câble, l'amplificateur, l'oscillateur fournissant le courant à 80 périodes et l'enregisteur. Les figures 10 et 11 représentent l'appareil ouvert et fermé, la figure 12 l'appareil en service et donne aussi son échelle et la figure 13 montre les appareils enregistreurs (les figures sont extraites de l'article cité en 8).

Le détecteur pèse quelques kg. Il est du type à ouverture de telle sorte que son placement sur le câble ne prend que quelques secondes; le temps de la dépose sur le plancher du puits et de boucler trois courroies. Il est construit en Tufnol (toile ba-kélisée comprimée). Il comprend quatre galets guides en même matière. Seuls les axes de ces poulies sont en acier.

Le passage du câble s'opère à la vitesse de 200 pieds par minute (1 m/sec).

Lorsque les installations sont préparées, à savoir, plancher sur le puits et arrivée de courant disponible à l'abord du puits, un appareil peut opérer jusqu'à 12 contrôles par jour sur des câbles de 5.000 pieds (1.524 m).

Un dispositif mesureur de distance commandé directement par le câble est intégré au détecteur et commande le déroulement de l'enregistreur. Ce dispositif, appelé Selsyn ou Muirhead Magslips, est en vente dans le commerce. Il rend le détecteur totalement indépendant.

L'ensemble de cet appareillage a été entièrement construit par les services techniques de la Union Corporation [8]).

6.1.4 Contrôles.

Le passage du câble dans l'appareil s'opère à la vitesse de 200 pieds par minute (1 m/sec).

Les contrôles ont lieu à trois mois d'intervalle. Ils sont rapprochés s'il y a lieu.

La longueur de la bande du diagramme est de 10 cm pour 500 pieds (152 mètres).

Les utilisateurs de cet appareil prétendent que l'investigation pénètre à l'intérieur du câble, même lorsque celui-ci présente des torons intérieurs et que les renseignements fournis portent aussi bien sur l'état intérieur que sur l'état périphérique du câble. Le fonctionnement de cet appareil a donné pleine satisfaction à ses utilisateurs.

6.2 Le décéléromètre-téléscripteur.

Cet appareil a déjà fait l'objet d'une communication détaillée [9]. Il est en vente sur le marché sud-africain [10].

6.2.1 Principes.

Les accélérations et décélérations à la cage ne sont pas identiques à celles imprimées à la machine d'extraction. Un décéléromètre doit pouvoir mesurer avec précision ces valeurs à la cage. De plus, lorsque l'on procède à des réglages de frein, il est utile de recevoir au plus vite les résultats des mesures et le mieux est de les recevoir pendant les réglages. Les renseignements doivent être clairs et à l'échelle suffisante pour pouvoir être interprétés.

Le seul moyen de satisfaire ces considérations est de séparer l'élément mécanique du décéléromètre de l'élément enregistreur et indicateur.

Le décéléromètre-télescripteur, ainsi nommé, fut en conséquence envisagé. Il comporte les éléments suivants : un élément sensitif obéissant aux accélérations et décélérations verticales de la cage, une unité transmetteuse envoyant un signal à haute fréquence dans le câble et, à la surface, une unité réceptrice du signal et un enregistreur en unités d'accélération.

Le fonctionnement de cet appareil a été comparé à celui du décéléromètre de Cambridge et les diagrammes fournis ont été identiquement les mêmes. Cet appareil enregistre également la dérivée de l'accélération. Cet enregistrement peut fournir des renseignements utiles dans l'étude des machines d'extraction automatiques, ainsi que des données touchant les facteurs d'inconfort pour le transport des personnes.

6.2.2 Essais.

A titre exemplatif, voici quelques genres d'essais qui ont été effectués au moyen de cet appareil. Trois mesures de décélération ont été effectuées à la vitesse de 3,04 m/sec au moment de l'arrêt de la machine, c'est-à-dire la machine d'extraction déclenchée, le frein bloqué et toutes autres conditions égales, la cage étant arrêtée à 275 - 610 - 940 mètres de la surface. On a constaté que la pointe de l'accélération brusque et momentanée de la cage au moment de l'arrêt de la machine présentait la même valeur, quelle que soit la longueur existante entre la cage et la molette.

On en a tiré la conclusion que, pour un long câble, il n'existait pas d'amortissement de cette accélération. On remarque en plus que la longueur de la période d'oscillations augmente avec la longueur du câble. La pointe de l'accélération a atteint 9,1 m/sec2 (aucune donnée n'est fournie sur le poids et la charge de la cage ni sur le câble). Dans un autre exemple, également lors de l'arrêt de la machine, le frein étant bloqué, la cage se déplaçant à une vitesse de 3,8 m/sec, la pointe de l'accélération momentanée atteint 11,5 m/sec2 équivalant à une traction de 59 tonnes dans le câble, faisant tomber le facteur de sécurité à 3,2. Il a été conclu, dans le cas envisagé, que la totalité du couple de freinage ne pouvait être appliquée lorsque les vitesses dépassaient 2,5 m/sec.

On a remarqué qu'à 950 m, la décélération a commencé 0,2 seconde plus tard, renseignant ainsi la vitesse de l'onde de choc à 3.350 m/sec. La vitesse calculée avait donné 5.250 m/sec. Cet essai a permis de vérifier l'exactitude de la formule théorique.

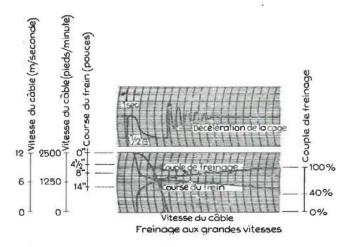


Fig. 14.

Des relevés d'accélération et de décélération ont encore été effectués sur des skips, vides, en chargement opéré immédiatement après l'arrêt ou après différents temps de pose après l'arrêt. Les essais ont montré que le plus grand soin devait être apporté dans l'amorçage du couple de freinage sur la machine d'extraction. On a ainsi déterminé l'intervalle de temps qui devait s'écouler entre le premier contact du frein et sa pleine application.

L'essai représenté à la figure 14 fut effectué au cours d'une manœuvre d'arrêt avec une machine d'extraction équipée d'un mécanisme où les freins exercent rapidement un couple de freinage atteignant une valeur prédéterminée et à partir duquel la continuation de l'application de ce couple se fait à régime lent.

La machine imprimait à la cage une vitesse de 12,6 m/sec. « Le graphique montre la croissance de la décélération, suivie d'une période d'une décélération presque constante, et ensuite la brusque chute des décélérations lors de l'arrêt, suivie de l'oscillation de la cage après l'arrêt du tambour. La courbe du couple du frein, qui fut déduite de la courbe de la course du frein, montre clairement la croissance rapide du couple, suivie d'une application plus lente. Il est intéressant de remarquer qu'une portion seulement du couple total de freinage est appliquée lorsque le tambour arrive à l'arrêt, limitant ainsi à une valeur raisonnable la décélération » [9].

Des mesures ont été faites pour relever l'influence du déversement d'une charge de 8,6 tonnes dans un skip à 1280 m. Ce déversement opéré en 3,6 secondes a provoqué une accélération de 0,61 m/sec² équivalant à une tonne de surcharge au-dessus et en dessous de la charge statique. Le skip étant soumis à des accélérations de 1,22 m/sec² au cours de l'extraction, l'effort imposé au câble lors du déversement est moindre que celui imposé lors du démarrage. Ces mesures ont permis de déterminer le temps de pose qu'il était indiqué de marquer entre le temps d'arrêt du skip et celui du commencement du déversement.

Le décéléromètre a contribué également à la mise au point des freinages électriques.

Dans le but de réduire les sévères oscillations provoquées dans le câble à la remonte du skip chargé, lors de l'application du freinage, des mesures ont été faites afin de régler le dispositif de freinage pour imprimer à la machine d'extraction une décélération égale à celle de la décélération du skip montant. Ceci a réduit à un minimum la remontée du skip sur le câble qui était la cause de la très haute décélération relevée.

De tels essais permettent de faire travailler les câbles dans des conditions plus favorables et, de ce fait, prolongent la vie des câbles. Ils montrent l'importance que revêt la mesure des efforts réels instantanés qui se produisent dans le câble dès qu'une variante prend naissance dans le régime des vitesses ou des charges au cours d'un cycle d'extraction. Ces essais s'effectuent au cours de l'exploitation normale.

Le recours au décéléromètre semble plus courant en Afrique du Sud que dans notre pays. Cet appareil permet de régler et de contrôler la bonne marche de la machine d'extraction; dans certains cas, il en conditionne même l'utilisation, afin de ne pas induire des efforts exagérés dans les câbles. Il fournit des renseignements que les indicateurs de vitesse à la machine d'extraction ne donnent pas. Il renseigne en outre la charge réelle totale agissant à tout moment à l'attache du câble à la cage.

Une étude approfondie sur l'utilisation du décéléromètre en Belgique a été publiée dans les Annales des Mines de Belgique de novembre 1956, cfr 6.1.2.

Caractéristiques générales et résultats.

Pour terminer, donnons quelques résultats sur les essais de traction des câbles, sur leur durée, ainsi que quelques caractéristiques des machines d'extraction.

7.1 Essais de traction.

- cas a) \varnothing 50,8 mm 6 torons triangulaires de 14 \times 5,20 + 12 \times 2,33 + 6 \times 2,10 + 3 fillers \times 1,52 (\varnothing en mm)
- torons préformés, âme en Sisal
- longueur du câble : 2.180 m
- profondeur d'extraction : 1930 m
- poids du câble : 10,5 kg/m
- acier 191 kg/mm² Acier clair
- coefficient de sécurité statique à la pose : 5,635 dépose : 5,320 - Perte de 9,4 % sur la charge de rupture effective
- charge de rupture théorique [11]: 218 tonnes
- charge de rupture effective [11]: 184 tonnes

- perte au câblage avec l'approximation que l'on utilise la charge de rupture théorique : 15,6 %
 - cas b) \emptyset 38,10 mm 6 torons triangulaires de 10 \times 3,20 + 12 \times 1,49 + 6 \times 1,32 — (\emptyset en mm)
 - (Ø en mm) torons préformés, âme en Sisal.
- longueur du câble : 1820 m
- profondeur d'extraction : 1140 m
- poids du câble : 6,2 kg/m
- acier (170-190 kg/mm²) Acier clair
- coefficient de sécurité à la pose 7,4 (matériaux)
- coefficient de sécurité statique à la dépose, perte de 10 % sur la charge de rupture effective
- charge de rupture théorique : 118 tonnes.
- charge de rupture effective : 105 tonnes
- perte au câblage : 11 %

cas c) Ø 47,62 mm - antigiratoire à torons préformés

- 9 torons 9 \times 2,64 + 2 \times 2,41 + 1 \times 2,56
- 8 torons plats 6 X 2,64 acier 190 kg/mm²
- 6 torons 7 \times 2,35 + 3 \times 1,67 acier 170 kg/mm² âme acier 6 \times 1,98 + 1 \times 2,48 acier 155 kg/mm²
- longueur du câble : 2-350 m Puits en fonçage
- poids du câble : 9,15 kg/m
- charge de rupture théorique : 213 tonnes
- charge de rupture effective : 172 tonnes
- perte au câblage : 19,2 %.

7.2 Durée de service.

Pour le câble repris au cas a) ci-dessus, il a été recherché l'indice de travail [12]. On a trouvé 0.510 tm/tx 10⁹ - Durée 25 mois.

cas d) Pour une autre exploitation avec un câble analogue, mais une profondeur d'extraction de 1270 m, l'indice de travail est 0,343 tm/tx 10⁹ - Durée : 24,5 mois

Nous donnons ci-dessous les caractéristiques des machines d'extraction pour les cas a et d, qui sont équipés de câbles analogues.

7.3 Machines d'extraction.		
Exploitation	cas a	cas d
— Puissance normale	2 × 1810 HP	2 × 2150 HP
de pointe	$2 \times 3300 HP$	2 × 4500 HP
— Système machine	Ward Léonard	Ward Léonard
 Augmentation de la sollicitation d 	ans le câble sur la	charge statique
normale due aux efforts dynamiqu	es des accélérations	et
décélérations	5,5 %	9.3 %
frein secours	20 %	20 %
	a	ď
Vitesse d'extraction	15,2 m/sec	15,2 m/sec
Rapport diamètre molette câble	84	96
Rapport petit diamètre tambour	78	
diamètre câble grand diamètre tambour	70	
Rapport diamètre câble	210	
_ diamètre tambour		
Rapport diamètre câble		84
Poids de la cage	4737 kg	4578 kg
Poids du skip	4755 kg	5360 kg
Charge de minerai	7257 kg	9072 kg
Hommes	69	48

A titre indicatif, rappelons que:

— la charge de rupture théorique est le produit de la section portante (nombre de fils fois la section des fils) par la résistance spécifiée;

— la charge de rupture effective est la charge donnée au banc d'essai par rupture sur éprouvette ;

— l'indice de travail d'un câble est le travail total transmis par l'intermédiaire du câble pendant sa période de service divisé par le poids de la Iongueur travaillante du câble. Cet indice est comparatif.

On remarquera que l'on renseigne, pour une même machine, le poids d'une cage et celui d'un skip. Il est en effet de pratique courante, en Afrique du Sud, qu'une machine d'extraction remonte les produits par des skips. Lors du transport du personnel, le skip est enlevé et remplacé par une cage.

7.4 Réflexions.

Le câble à six torons triangulaires n'est pas à notre connaissance utilisé en Belgique. Son comportement au point de vue fils brisés semble rejoindre celui du câble clos, peu de fils se brisent, si pas du tout.

Les indices pour des installations à tambour, sans câble d'équilibre, sont faibles. En Belgique, sur les installations de Campine, les indices se situent entre 0.5 et 1 et ont tendance à se rapprocher en général de 1. Il est à noter que les câbles sudafricains sont, pour la plupart, déposés, par suite d'un examen visuel. En Belgique, les câbles sont

déposés lorsqu'ils ne présentent plus le coefficient de sécurité exigé. Ce coefficient est établi par calcul, comme suite à des essais mécaniques sur fils prélevés sur des parties du câble constatées moins bonnes. En effet, l'essai effectué à la patte ne s'opère pas dans la plus mauvaise partie du câble et la pratique du prélèvement de fils sur câble en service est inconnue en Afrique du Sud. La dépose présente donc un caractère plus subjectif.

L'utilisation de l'appareil magnéto-inductif pour le contrôle des câbles d'extraction confirmera progressivement les critères de dépose et permettra certainement d'allonger la vie des câbles.

Pour les installations profondes, on remarquera que les Sud-Africains utilisent les câbles de diamètres nettement inférieurs à ceux utilisés en Belgique. Le poids du câble intervient en effet d'une façon prépondérante dans les caractéristiques de l'extraction. Plus le poids métrique du câble sera petit, plus l'indice de travail sera élevé, toutes les autres conditions restant les mêmes. D'où, malgré tout, l'intérêt à utiliser les câbles présentant le diamètre le plus petit possible.

Dans ces conditions, la capacité d'extraction est relevée par une diminution des coefficients de sécurité. Ces derniers sont plus faibles qu'en Belgique. Cette diminution se justifie d'autant plus pour les puits profonds que l'élasticité des câbles joue de plus en plus dans pareilles circonstances. En outre, les mesures des tensions réelles dans les câbles permettent d'évaluer avec moins d'imprécision les différents facteurs conditionnant l'extraction.

En résumé, il ressort des renseignements recueillis que les câbles utilisés en Afrique du Sud présentent dans l'ensemble des diamètres plus petits que ceux utilisés en Belgique. Les coefficients de sécurité utilisés sont plus bas. Il semble que le nombre de tonnes mètre de produit extrait par tonne de câble métallique soit plus élevé en Belgique sur les grosses installations Koepe.

REFERENCES

- The Mines Works and Machinery Regulations -Hortors Limited, Leader Building, Harrison Street, Johannesburg.
- [2] The application of the Koepe hoisting system to the gold mines of the Witwatersrand and the Orange Free State - by L. T. Campbell Pitt, F. G. Zeppenfeld et W. P. Hallet - The South African Mechanical Engineer - février 1956.
- Engineer février 1956.

 [3] Mitteilungen der Westfälischen Berggewerkschaftskasse September 1953.
- [4] Steel-Winding Rope Practise in the Witwatersrand -J. Dolan, W. Jackson, L. L. Campbell Pitt - Conference on Wire Ropes in Mines - Ashorne Hill - The

- Institution of Mining and Metallurgy Salisbury House London E.C. 2.
- [5] «The Institution of Certificated Engineer n° 3 March 1956 South Africa Kelvin House Po. Box 3361 Johannesburg » The preparation, Test and Examination of Steel Wire Rope Specimens at the Government Mechanical Laboratory, Cottesloe », par C. J. Van Zyl.
- [6] Graphique extrait de: «Winding Rope Practice on the Witwatersrand» - J. Dolan, W. Jackson, L. T. Campbell Pitt - Conference on Wire Ropes in Mines - Ashorne Hill - 1950.
- [7] The Transactions of the South African Institute of Electrical Engineers: P. O. Box 5907 Johannesburg. Electro-Magnetic Testing of Winding Ropes by A. Semmelink May 1953.
 [8] The Transactions of the South African Institute of Electrical Engineers.
- [8] The Transactions of the South African Institute of Electrical Engineers - Electro-Magnetic Testing of Winding Ropes by A. Semmelink - July 1956.
- [9] A Telemetering instrument for the measurement of acceleration and deceleration of mine hoist, par C. Bellairs & M. R. Gerike - Juin 1953 dans le Bulletin repris au 7.
- [10] F. G. Slack & C° 6/10 Bareny Road, Benrose -P. O. Box 4273 - Johannesburg.
- [11] Notice A.I.B. nº 365/C.E.M.T. 10.
- [12] Conclusion n° 43 Conference on Wire Ropes in Mines - Ashorne Hill - 1950 - The Institution of Mining and Metallurgy - Salisbury House - Londres E. C. 2.

A propos d'une série d'explosions survenues dans des installations à air comprimé

G. LOGELAIN

Inspecteur Général des Mines

par

G. COOLS

et

Ingénieur en Chef-Directeur des Mines

Dans une circulaire administrative datant du mois de février 1956, M. Robert Sténuit, à l'époque Inspecteur Général des Mines, a.i., attire l'attention sur la fréquence des explosions de réservoirs et des canalisations d'air comprimé et donne des précisions intéressantes.

Dans certains cas, ces explosions ne se propagent guère au delà du réservoir, dans d'autres cas, elles affectent plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de mètres de canalisations.

Les enquêtes faites à propos de tels accidents permettent d'expliquer la genèse et la propagation de l'explosion.

De fines particules d'huile de graissage des compresseurs sont entraînées par l'air comprimé vers les réservoirs et les canalisations. Elles y constituent des dépôts dont l'importance diminue au fur et à mesure de l'éloignement.

Sous l'action de la température et de l'air, ces dépôts s'oxydent et donnent lieu, par une réaction exothermique, à la formation de vapeurs combustibles. Ce processus est favorisé par l'oxyde de fer de la rouille recouvrant les parois.

La vitesse de circulation de l'air joue donc son rôle: un grand débit active l'oxydation, mais favorise, par contre, la dissipation des vapeurs et de la chaleur produite. Un débit faible, au contraire, peut conjuguer la concentration des vapeurs et l'élévation de leur température et conduire à l'explosion.

C'est ainsi que la marche à vide peut rapidement devenir dangereuse, surtout avec un compresseur à double effet où un repassage de l'air peut engendrer des élévations de température anormales d'un côté ou de l'autre du piston.

En résumé, le risque d'explosion est déterminé par : la quantité d'huile consommée, la qualité de l'huile, la température de l'air et sa vitesse de circulation.

Les points d'origine d'explosion les plus fréquents sont, soit les soupapes de refoulement des

compresseurs, soit les canalisations ou les réservoirs lorsque ceux-ci sont proches des compresseurs.

- M. Sténuit conseille, en vue d'éviter les explosions, d'observer les règles suivantes :
- utiliser, en quantités systématiquement contrôlées, des huiles stables homogènes, de viscosité moyenne, mais à haut pouvoir lubrifiant;
- 2) éliminer des réservoirs et tuyauteries toutes les arêtes et cavités susceptibles de retenir les particules d'huile et d'échapper aux nettoyages, telles que bouts de tuyauteries inutiles (c'est le cas, notamment, dans des réservoirs constitués par d'anciens corps de chaudières);
- 3) contrôler les purges des réservoirs et canalisa-
- 4) nettoyer, tous les mois, les clapets de refoulement;
- 5) nettoyer les réservoirs au moins tous les trois mois;
- 6) contrôler la température de l'air par des thermomètres convenablement placés et prendre, le cas échéant, des dispositions appropriées pour limiter cette température;
- 7) placer à la sortie de chaque compresseur un thermostat qui permette d'arrêter, automatiquement si possible, le moteur du compresseur dès que la température de l'air atteint 135° (dans le cas de compression bi-étagée);
- 8) réduire au strict minimum la durée de marche à vide des compresseurs, soit par des consignes, soit par un dispositif approprié.

* * 4

La question s'est posée de savoir si les installations à air comprimé pouvaient encore présenter un danger d'explosion lorsque la température à la sortie des compresseurs était maintenue constamment en dessous de 135° C et si, dans ce cas, il était nécessaire de procéder au nettoyage trimestriel des récipients.

Il est difficile de répondre par oui ou par non à cette question, tant sont nombreux et variés les facteurs qui interviennent dans le phénomène de l'explosion et parmi lesquels il y a lieu, rappelonsle, de distinguer tout particulièrement :

1) La présence d'huile dans les conduites et récipients, qui, par oxydation en présence de catalyseurs toujours existants (notamment la rouille), suivie de pyrogénation, donne lieu à la formation de vapeurs s'enflammant plus facilement que celles pou-

vant provenir directement de l'huile.

2) L'augmentation anormale de la température, due à l'oxydation précitée et à certains défauts de l'installation, grâce à laquelle la limite d'inflammabilité des vapeurs résultant de la pyrogénation de l'huile peut facilement être atteinte.

Il est certain qu'en dépit de toutes les précautions, il ne pourra jamais être affirmé de façon indubitable que ces deux causes sont complètement éliminées. La seconde, notamment, comporte de nombreux facteurs pour lesquels il est difficile d'obtenir des données précises, savoir : la hauteur de la température critique correspondant au seuil d'oxydation de l'huile, la limite d'inflammabilité des vapeurs formées, la différence pouvant exister entre la température indiquée par le thermostat et celle existant aux divers points de l'installation, etc...

Dans ces conditions, il va de soi qu'il s'indique de ne négliger aucun des moyens qui s'offrent dans la lutte contre les dangers d'explosion dans les

installations à air comprimé.

Le placement d'un thermostat capable d'assurer l'arrêt du compresseur en cas d'augmentation de la température au-dessus d'un degré déterminé ou de déclencher un signal lumineux ou sonore apparaît, dans cet ordre d'idées, comme indispensable dans la plupart des cas, indépendamment des autres mesures proposées par M. Sténuit.

Nous estimons toutefois que ces mesures ne doivent pas être considérées comme des règles immuables, mais plutôt comme des directives de caractère général qu'il faut avoir présentes à l'esprit, lors de l'examen de chaque cas particulier. Ainsi, par exemple, nous ne verrions pas d'inconvénient à ce que le délai proposé pour le nettoyage des récipients soit prorogé, dans les cas où l'expérience aurait montré de manière évidente que l'état des récipients à la fin de la période ne donne lieu à aucun motif d'inquiétude.

La documentation qui suit est relative à quelques cas récents d'explosion qui se sont produits dans des installations établies dans les dépendances de la surface de certains charbonnages belges.

Cette documentation, qui comporte notamment les avis des instances administratives chargées de l'étude des accidents, est à l'origine des considérations émises ci-dessus.

ler cas.

Circonstances.

Inflammation d'huile dans la conduite de refoulement d'un compresseur François à piston de 162 kW.

Quelques ouvriers ont été incommodés dans le fond.

Ce compresseur est formé de quatre cylindrestandem jumelés. A part un manomètre placé sur la conduite de refoulement, il ne possède aucun instrument de contrôle. Entre les deux étages de compression se trouvent deux réfrigérants tubulaires dont le débit d'eau est contrôlé à la tuyauterie de sortie. La marche à vide s'obtient par fermeture de la conduite d'aspiration.

La présence d'un raccord en T dans la tuyauterie de refoulement a favorisé le dépôt d'huile.

Mesures proposées par l'Ingénieur-rapporteur.

- 1) Remplacement du raccord en T par une courbe:
- 2) Contrôle de l'efficacité du refroidissement par des mesures de température au refoulement.

Avis du Comité de Division.

Le Comité approuve les recommandations de l'Ingénieur-rapporteur quant aux précautions à observer pour éviter les inflammations et explosions dans les installations de compression d'air et spécialement celle-ci:

Suppression des courbes de faible rayon et des parties non balayées par le courant d'air (tels que anciens branchements désaffectés) dans les conduites de refoulement des compresseurs, en vue d'éviter des dépôts d'huile dans ces conduites.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Il s'agit d'une inflammation survenue dans la conduite de refoulement d'un compresseur à réglage du débit par fermeture de la conduite d'aspiration. Ce système de réglage est très dangereux parce qu'après une période de débit nul, la température au refoulement peut atteindre 100° C de plus qu'en marche normale, température qui accélère l'oxydation de l'huile de graissage et conduit rapidement à l'inflammation.

2º cas.

Circonstances.

Un compresseur Equerre, d'un débit de 90 m9 aspirés par minute et construit par les ateliers de Thiriau, a éclaté subitement, à un moment où il semblait fonctionner tout à fait normalement.

L'explosion a produit les dégradations suivantes: destruction du cylindre haute pression, légères avaries à deux réservoirs horizontaux, refoulement vers l'extérieur du fond bombé vers l'intérieur d'un réservoir vertical, éclatement ou arrachement de tuyaux, vannes et colliers à la surface, arrachement ou éclatement de tuyaux dans le puits d'air, sur 270 m de hauteur à partir de la surface. Des flammes ont été aperçues dans ce puits à cette profondeur.

Un commencement d'incendie s'est déclaré au chevalement du puits d'extraction, où la graisse qui couvrait celui-ci et le calorifuge de certaines canalisations a pris feu. Cet incendie fut éteint rapidement.

L'enquête n'a pas permis de mettre en lumière, de manière certaine, les causes de l'accident. Il semble cependant que l'accident ne peut être dû qu'à l'explosion d'un mélange tonant que l'air a formé avec de l'huile de graissage volatilisée.

Conclusions de l'Ingénieur-rapporteur.

M. Etienne Audibert a publié dans la Note technique n° 48/7, octobre 1948, du Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France, une étude très importante sur le mécanisme des explosions de compresseurs.

L'étude a été faite après l'explosion au siège 4/11 de Courrières, le 19/4/1948.

La tuyauterie a éclaté en 22 points sur une longueur de 300 m. Elle a donc été parcourue par une onde de choc entretenue qui a eu pour support, non pas de l'air, mais un mélange combustible apte à propager la détonation.

Comment un milieu apte à propager une détonation peut-il se former dans une canalisation d'air comprimé ?

L'auteur estime que l'élément combustible du mélange est de l'huile de graissage. Cette huile s'oxyde à une vitesse appréciable pour des pressions de 6 à 7 kg et pour une température de l'ordre de 80°.

Toutefois, la réaction conserve une allure modérée.

C'est ainsi que, si on pulvérise de l'huile dans l'oxygène, on n'observe d'inflammation que si la température atteint 300°. On n'atteint jamais cette température dans les compresseurs usuels. La question est donc de savoir si l'oxydation lente peut donner naissance à des produits combustibles plus légers que l'huile de départ.

L'étude de laboratoire prouve que :

1) l'oxydation de l'huile de graissage à une température inférieure à 300° et en présence d'un courant d'oxygène comporte l'addition l'un à l'autre des deux réactifs en présence. Son produit est vraisemblablement un peroxyde; 2) la rouille active la réaction en présence d'air comprimé et fait en quelque sorte fonction de catalyseur. La réaction exothermique qu'elle provoque donne naissance à une variation de température dont l'amplitude dépend des conditions dans lesquelles la chaleur est dégagée, donc de la vitesse du courant gazeux. Il existe une valeur de la température, dite température critique, de part et d'autre de laquelle les choses se passent de manières différentes :

 a) en dessous de la température critique la température du catalyseur reste constante;

b) au-dessus de cette température critique, celle du catalyseur augmente. Dans une première élévation de température, la réaction d'oxydation se développe seule. Ensuite, s'y superposent une réaction de pyrogénation donnant naissance à des produits plus volatils que l'huile et l'apparition d'une phase gazeuse constituée d'oxygène et de gaz combustible. Au cours de l'élévation de la température du catalyseur, la concentration des éléments combustibles augmente et peut être capable de propager la combustion et par la suite l'inflammation.

C'est aux faibles valeurs du courant d'oxygène que correspondent les valeurs les plus basses de la température critique.

M. Audibert a trouvé :

153° en faisant circuler l'oxygène au débit horaire de 20 litres dans un tube horizontal de 30 mm de diamètre,

148° en faisant circuler l'oxygène au débit de 24 litres dans un ballon de 300 cm³.

Tube et ballon étaient partiellement remplis de grains de rouille.

Cette température est celle que peut réaliser la compression adiabatique à la sortie haute pression d'un compresseur à 2 étages, pour peu que le refroidissement soit insuffisant.

La formation d'un milieu inflammable dans les installations de compression peut alors s'expliquer comme suit :

L'huile qui lubrifie le compresseur est entraînée par l'air. Celui-ci, en se laminant à travers les orifices des soupapes de refoulement, la pulvérise et c'est à l'état de fines gouttelettes qu'elle pénètre dans la canalisation en principe recouverte de rouille.

La distribution de la température à l'intérieur des appareils en acier faisant suite au compresseur est déterminée par trois phénomènes :

- introduction de la chaleur sensible de l'air comprimé;
- 2) libération de la chaleur dégagée par l'oxydation de l'huile ;
- évacuation de la chaleur par écoulement vers l'extérieur à travers la paroi.

Si la température au voisinage de la soupape de refoulement dépasse la température critique, la paroi s'échauffe et des produits combustibles plus légers sont émis.

Pour que ce milieu devienne le siège d'une réaction vive, il faut et il suffit que :

- la vitesse de formation des constituants combustibles atteigne un niveau suffisant pour assurer une concentration capable de propager la combustion et
- qu'en un point de la paroi la température des grains de rouille atteigne une valeur convenable.

Le risque est d'autant plus grand que :

- 1) le débit de la canalisation est moindre ;
- 2) le flux d'échange de la canalisation est moindre :
- 3) l'huile déposée sur les parois y a fait un séjour de plus longue durée. Il est prouvé en effet que la température critique s'abaisse avec le vieillissement de l'huile.

* * *

D'autre part, dans une étude extraite des minutes des réunions d'études du cercle des Ingénieurs mécaniciens de Birmingham le 4/1/1924, opuscule diffusé en Belgique sous les auspices de la Société Bellis et Morcom Ltd, à Birmingham, J. M. Walshe s'exprime comme suit :

« Le graissage des cylindres doit se faire avec de l'huile de première qualité, en quantité aussi faible que possible. On conseille l'huile minérale pure à point d'éclair élevé et de bonne viscosité à haute température.

» Les explosions sont produites par combustion de l'huile et des particules de carbone accumulées et qui s'enflamment sous l'action d'une élévation de température de l'air. L'huile sous l'action de la chaleur peut parfois se transformer en vapeur et causer de violentes explosions.

» Chaque compresseur recevra la quantité d'huile requise sans le moindre excès et sera pourvu d'un filtre d'aspiration efficace : de plus, les tuyauteries et réservoirs seront visités périodiquement et nettoyés afin d'éviter les accumulations de matières inflammables.

- » Les causes d'élévation excessive de température de l'air sont les suivantes :
- 1) Compresseur à un seul étage fonctionnant audessus du taux prévu ;
- Mauvais fonctionnement de la soupape de réglage du débit;
- 3) Repassage d'air par soupape ou piston défectueux :
- 4) Fonctionnement de la machine sans ou avec réfrigération insuffisante. On recommande l'emploi d'un thermomètre à index qui actionne une sonnerie ou autre dispositif avertisseur quand la température devient exagérée. »

Signalons également que la firme Bellis recommande de laver les compresseurs à l'eau de savon d'une façon régulière pour enlever les pellicules d'huile sur les fonds de cylindre.

* * *

Quelles mesures préventives peut-on prendre pour éviter le retour de pareils accidents?

Si l'on parvenait à limiter la température de l'air à une valeur inférieure à 80°, température en dessous de laquelle l'oxydation des huiles conserve une allure insignifiante, on aurait résolu le vrai problème de la sécurité dans les compresseurs d'air et dans les organes qui leur font suite. La formation de peroxydes instables susceptibles de provoquer une explosion ne se produit pas, en effet, en dessous de cette température.

Malheureusement, dans l'état actuel de la technique, la température au refoulement dépasse largement cette valeur.

Des solutions provisoires s'imposent :

- Emploi d'huiles stables et homogènes, afin d'offrir une résistance maximum à l'oxydation et, par voie de conséquence, à la formation de complexes instables.
- 2) Les huiles à point d'éclair élevé sont de forte viscosité. Elles forment très facilement des dépôts de cambuis et agglomèrent bien davantage les matières organiques échappant au filtre à air. Il faut donc employer une huile à haut pouvoir lubrifiant, mais de viscosité moyenne.
 - 3) Le débit d'huile doit être minimum.
- 4) Le nettoyage à l'eau de savon évite la formation de dépôts graisseux dans les cylindres. Cette opération, d'après les techniciens, s'effectue comme suit :

On démonte les soupapes, on nettoye les sièges et, avant de les remonter, on verse de l'eau savonneuse dans les cylindres, on fait tourner la machine à vide et on enlève les dépôts mousseux qui suintent par les sièges des soupapes.

Ce procédé reste intéressant avec l'emploi d'huiles minérales, car celles-ci agglomèrent des poussières organiques.

5) L'étude de M. Audibert prouve que la rouille favorise spécialement l'oxydation des huiles. Pourquoi, au placement, ne pas enduire les tuyauteries et autres pièces métalliques faisant suite au compresseur d'une bonne couche de peinture antirouille et nettoyer ces tuyauteries périodiquement?

La visite des réservoirs d'air comprimé devrait être spécialement soignée. Il y a dans ces appareils, outre la formation de rouille, une vitesse d'écoulement de l'air plus faible que dans les tuyauteries, ce qui, d'après M. Audibert, favorise la formation de peroxydes. Les constatations pratiques prouvent d'ailleurs que les inflammations dans les installations d'air comprimé partent le plus souvent d'un réservoir.

- 6) Il faut éviter la marche à vide des compresseurs, qui entraîne fatalement une augmentation de la température.
- 7) Les clapets d'aspiration et de refoulement doivent être visités à intervalles fréquents.
 - 8) Le débit d'eau doit être particulièrement élevé-
- 9) Un thermostat pourrait très facilement déclencher l'appareillage électrique en cas d'augmentation anormale de la température.
- 10) Des «fusibles» en nombre suffisant, constitués par de courtes conduites dérivées, obstruées chacune par un bouche-trou qui éclaterait à une pression supérieure de 2 à 3 kg à la pression de service, limiteraient les dégâts si l'onde de choc de l'explosion n'est pas très élevée. Ces pièces seraient orientées de manière à ne pas atteindre le personnel en cas de rupture.
- 11) Enfin, il serait intéressant d'étudier pendant quelques jours le régime des températures des tuyauteries par temps chaud.

Avis du Comité de Division.

Le Comité suggère de munir les tuyauteries, qui se trouvent au voisinage des compresseurs, de plombs fusibles analogues à ceux des sifflets Black des chaudières, plombs qui fondraient à une température de régime.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Les suggestions de l'auteur du rapport, lesquelles sont basées notamment sur des études antérieures d'explosions dans les installations de compression d'air, sont très intéressantes.

Il importe surtout de limiter la température et d'éviter la rouille.

A ce dernier point de vue, on peut ajouter aux suggestions indiquées l'emploi de métal inoxydable dans certaines parties de l'installation.

3º cas.

Circonstances.

Une explosion s'est produite dans les tuyauteries principales de 150 et 200 mm de diamètre, conduisant l'air comprimé de la station de compression aux deux sièges de la société.

Des raccords furent sectionnés, des vannes brisées, des tronçons de tuyauteries et des coudes projetés jusqu'à 100 mètres de distance.

Des traces de combustion furent observées à l'intérieur de la canalisation.

L'installation était alimentée à la pression de 6 kg/cm² par trois compresseurs à pistons, qui refoulaient l'air dans un réservoir muni de deux soupapes de sûreté.

Conclusions de l'Ingénieur-rapporteur.

L'Ingénieur chargé de l'enquête se réfère à une étude faite par M. Loison, Ingénieur en chef du Cerchar, à la suite de deux accidents graves survenus l'un à Courrières, en avril 1948, l'autre à Béthune en 1949.

M. Loison étudie tout d'abord expérimentalement le comportement d'un dépôt d'huile au contact d'un courant d'air. Les réactions pouvant résulter de ce contact dépendent de la forme et du support du dépôt, de sa position dans le courant d'air et de la vitesse de ce dernier ; l'élévation de la température provoquée par les réactions dépend des conditions d'évacuation de la chaleur dégagée, par conductibilité, rayonnement et convection.

A. — Au moyen d'un premier dispositif expérimental, il établit que le passage d'un courant d'oxygène à la pression atmosphérique, sur une masse de rouille imbibée 'd'huile de compresseur, peut, si la température atteint une limite de l'ordre de 150-160°:

 porter la température du dépôt à une valeur nettement supérieure à celle de l'oxygène;

2) donner naissance à des vapeurs combustibles pouvant s'enflammer, phénomène résultant vraisemblablement de réactions de cracking.

B. — Au moyen d'un deuxième dispositif expérimental, comportant de l'air à la pression de 7 kg, porté à des températures variables, M. Loison en arrive à conclure que, pour qu'une inflammation puisse se produire, les deux conditions suivantes doivent être réalisées:

- 1) La température du dépôt d'huile doit être assez élevée pour que les réactions de pyrogénation puissent se développer et donner naissance à des vapeurs combustibles. Or, la température du dépôt d'huile est, pour une température donnée du courant d'air, d'autant plus élevée que la réaction est plus rapide et que la chaleur cédée par le dépôt est plus faible. Un accroissement du débit d'air augmentant à la fois la vitesse de réaction et le flux de chaleur cédé par convection, on conçoit que la température du dépôt soit maximum pour une certaine valeur du débit.
- 2) La concentration de l'air en vapeurs combustibles doit atteindre la limite inférieure d'inflammabilité. Or, pour une température donnée du dépôt d'huile, cette concentration varie en raison inverse du débit. On s'explique ainsi qu'une réduction, ou mieux un arrêt brusque du débit, alors que le dépôt d'huile est déjà à une température suffisamment élevée pour pouvoir se décomposer, provoque la formation d'un mélange gazeux inflammable.

Il y a lieu de remarquer que, dans le deuxième dispositif, les conditions opératoires étaient plus sévères que celles de la pratique, car le dépôt d'huile était traversé par le courant d'air. La température d'inflammation déduite des expériences ne peut se transposer dans la pratique car, d'une part, la chaleur dégagée par l'oxydation de l'huile ne pouvait se transmettre que par convection et non par conductibilité, ce qui favorise l'élévation de la température, et d'autre part, la surface de contact du dépôt d'huile et de l'air était grande, ce qui favorise la concentration en combustibles.

En résumé, on peut conclure de ces expériences que des dépôts formés d'huile, de rouille et de poussières minérales, peuvent, sous l'action d'un courant d'air chaud, donner naissance à des produits gazeux combustibles. La réaction peut être activée par certains catalyseurs; elle s'emballe si la chaleur dégagée est supérieure à celle évacuée.

Dans des conditions expérimentales données, le phénomène est régi par deux facteurs : la température de l'air et sa vitesse. Pour une température donnée du courant d'air, il existe une valeur de sa vitesse pour laquelle l'élévation de la température du dépôt est maximum ; dans le mode opératoire de M. Loison, cette valeur était de quelques centimètres par seconde.

C'est ainsi qu'il peut s'établir dans les canalisations un mélange d'air et de vapeur combustible dont la concentration peut entraîner l'inflammation, suivie de l'explosion, selon le débit d'air et la vitesse de décomposition du dépôt.

Un arrêt de courte durée du courant d'air est favorable à l'inflammation. Dans ces conditions et avec le mode opératoire de M. Loison, l'inflammation a été observée pour une température du courant d'air de 150° environ.

Il ressort de ce qui précède que, pour un compresseur donné, avec son dispositif de refroidissement, son état d'entretien, la qualité de son huile de graissage et toutes autres choses qui lui sont propres, le danger d'une inflammation est d'autant moins à craindre que le débit d'air traversant les conduites est plus élevé et plus régulier.

Un point sur lequel MM. Loison et Audibert insistent particulièrement, c'est le danger que présentent les marches à vide des compresseurs.

L'Ingénieur-rapporteur envisage diverses solutions pour éviter le retour d'accidents de l'espèce, ou tout au moins pour rendre ceux-ci inosfensifs (flambées au lieu d'explosions), notamment :

1) Empêcher la formation des dépôts de rouille dans les réservoirs et les conduites. Il doit être possible de trouver un anti-rouille, dont on enduirait les parois à préserver. La difficulté serait peut-être de réaliser un produit résistant à la température de l'air comprimé à sa sortie du compres-

2) Empêcher, dans toute la mesure du possible, la formation de dépôts d'huile dans les réservoirs

Ce serait là, sans aucun doute, le remède radical, mais, malgré toutes les précautions, il ne sera pas possible d'éviter d'une manière complète l'entraînement d'huile dans les conduites. Il est, en effet, douteux que la filtration efficace de l'air puisse être assurée de façon permanente sans des sujétions pratiques très lourdes.

On peut toutefois s'approcher de cette solution par la réduction de la consommation d'huile au strict minimum et la suppression des gaspillages, par le nettoyage des cylindres à l'aide d'eau savonneuse et par des nettoyages fréquents des clapets d'aspiration et de refoulement. En ce qui concerne les réservoirs à air comprimé, on peut éviter la stagnation d'huile altérée, plus facilement décomposable que l'huile fraîche, par des visites et net-

toyages très fréquents. 3) Limiter la température de l'air comprimé à son entrée dans les conduites, en installant un réfrigérant après la haute pression. Toutefois, d'après M. Loison lui-même, ce procédé est extrêmement

onéreux.

4) Etablir des coupe-flammes, dispositifs capables d'arrêter une explosion déjà amorcée. Toujours d'après M. Loison, il suffit, en effet, d'un dépôt d'huile très mince pour permettre la propagation d'une explosion.

Des dispositifs coupe-flammes doivent, pour être efficaces, être très largement dimensionnés; ils sont

donc très onéreux.

5) Placement d'un thermostat sur la conduite de refoulement, qui arrête l'installation dès que la température atteint une certaine valeur.

6) Eviter la marche à vide des compresseurs. Dans le cas qui nous occupe, il n'est pas possible d'éviter la chose au moins pendant de courts instants, étant donné que la régulation des compresseurs se fait par tout ou rien.

Avis du Comité de Division.

Le Comité estime que la meilleure mesure de prévention consiste dans le placement d'un réfrigérant après le compresseur. A défaut de celui-ci, dont le coût peut paraître élevé, il estime recommandable de recourir à un thermostat qui arrêterait le compresseur pour une température déterminée de l'air à l'intérieur des conduites.

Pour le surplus, il approuve les mesures proposées dans le rapport de l'Ingénieur-rapporteur.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

L'Inspecteur Général des Mines verse au dossier: I. - Les conclusions d'une étude présentée aux « Journées de la Lubrification » (Liège mai 1954) par M. Pitesche (R.U.M. juin 1954).

II. — Une note de la Belgian Shell Company S.A. intitulée : Incendies au refoulement des compresseurs d'air.

III. — Une note de M. l'Ingénieur Michel concernant les incendies et explosions des installations de compression d'air.

I. - Conclusions de l'étude de M. Pitesche.

Les précautions pour prévenir des incendies ou des explosions dans une installation de compresseurs d'air peuvent être résumées comme suit :

1) Eviter toute température anormale de refoulement :

2) Localiser les prises d'air où elles ne risquent pas d'aspirer des poussières;

 Prévoir des filtres à air efficaces et appliquer strictement un système de nettoyage;

4) Purger régulièrement les réfrigérants intermédiaires s'ils existent;

5) Prévoir des déshuileurs efficaces sur le refoulement et les purger régulièrement ;

6) Utiliser une huile appropriée;

7) Régler les débits d'huile aux cylindres au strict minimum (s'assurer que l'huile des mouvements ne s'introduise pas dans les cylindres par les tiges de pistons au travers des bourrages);

 Prévoir des thermomètres aux endroits à surveiller et noter systématiquement les températures;

g) Arrêter le compresseur dès que les températures et pressions sont anormales;

 Rincer et désincruster s'il y a lieu les chambres d'eau des cylindres et les réfrigérants;

11) Remplacer systématiquement, à des intervalles de temps régulièrement espacés, les jeux de clapets, pour examen et nettoyage éventuel;

12) Envisager l'installation d'un réfrigérant après la haute pression, ce qui est onéreux pour l'exploitation, mais efficace lorsque, pour des raisons locales, les températures de refoulement trop élevées de l'air comprimé ne peuvent être réduites d'une autre manière.

II . — Extraits de la note de la Belgian Shell Company, S. A.

Causes.

Pour provoquer une explosion ou un incendie à un compresseur d'air grâce à l'inflammation de brouillard ou de vapeur d'huile, il faut qu'il y ait présence d'un mélange carburé à un taux supérieur à la limite minimum d'inflammation: pour un mélange d'huile pulvérisée et d'air, il faut au moins 3 % en poids (1 gramme par 30 litres d'air), ce qui ne se rencontre presque jamais.

En plus, pour provoquer l'allumage spontané de ce mélange, il faut aussi que sa température atteigne environ 400° C, ce qui n'est pas le cas, même dans les conditions les plus mauvaises d'exploitation.

Les incendies que l'on rencontre pourtant aux compresseurs et tuyauteries d'évacuation d'air sont entièrement expliqués par les phénomènes bien connus d'oxydation des hydrocarbures avec formation de « peroxydes ». Ceux-ci se forment à environ 150° C et se décomposent exothermiquement lorsque la température atteint 210-230° C. Il en résulte une vive élévation de température et pression.

Si, à ce moment, au voisinage immédiat de cette région, surchauffée momentanément à plus de 400° C, se trouvent des accumulations d'huile stagnante ou des dépôts, charbonneux ou autres, imprégnés d'huile, les conditions nécessaires à un allumage spontané sont réalisées. C'est là, à notre avis, la cause essentielle des incendies constatés, liés nécessairement à l'existance d'une température anormale localisée, même momentanée.

Précautions et remèdes.

Il semble donc que la seule sécurité absolue est de ne jamais dépasser 140° C au refoulement des compresseurs d'air pour éviter la formation de peroxydes. Ceci dépend donc essentiellement du degré d'entretien et de surveillance des compresseurs euxmêmes, c'est-à-dire:

 de la propreté et de l'étanchéité des clapets qui doivent être vérifiés périodiquement;

 de la propreté et de l'efficacité des réfrigérants d'air entre basse et haute pression;

3) de la surveillance des températures de refoulement. Des thermomètres plongeant dans les tuyauteries de sortie d'air comprimé sont indispensables à chaque cylindre;

4) de la propreté de l'air aspiré. Des filtres à air efficaces et entretenus sont indispensables, surtout dans le voisinage d'un charbonnage (danger de dépôts).

Il faut en outre éviter les accumulations de lubrifiants stagnant après le compresseur. A cet effet, on veillera à :

 éviter la présence de poche pleine d'huile près des clapets de refoulement. S'il y en a, on y mettra un robinet de purge;

2) munir les deux premiers coudes de la tuyauterie d'air comprimé, de purges en point bas permettant l'enlèvement de l'huile séparée. Si cette précaution n'est pas prise, l'huile qui y stagnera en atmosphère d'air chaud s'oxydera et polymérisera en donnant lieu finalement à des dépôts abondants, cause d'obstruction et élément d'incendie si les conditions précitées d'allumage se rencontrent;

3) éviter les repassages d'huile des carters vers les cylindres ;

4) éviter les consommations excessives aux cylindres ;

5) prohiber l'emploi d'huile trop visqueuse et trop adhérente ;

6) choisir un lubrifiant très stable, à haut point d'inflammabilité.

Toutes ces précautions peuvent en somme se résumer à : propreté et étanchéité.

III. - Note de M. l'Ingénieur Michel.

Dangers.

Projections de toutes sortes susceptibles de blesser ou tuer des ouvriers et d'endommager d'autres installations, telles que sous-stations électriques ou ventilateurs, qui se trouvent souvent dans la même salle que les compresseurs.

Dégâts dans les puits.

Possibilités d'incendie au jour et éventuellement au fond.

Asphyxie du personnel du fond, au voisinage des échappements d'appareils à air comprimé, si l'incendie dure un certain temps et donne naissance à du CO.

Inconvénient, en tout cas, de l'arrêt de la centrale et même du chômage de la mine.

Causes et mécanisme du phénomène.

Oxydation rapide et élévation de température des dépôts d'huile formés à la sortie des cylindres et dans le réseau des conduites de refoulement (activés par l'action catalytique de la rouille) sous l'effet du courant d'air chaud, donnant naissance à des produits gazeux combustibles.

Il peut y avoir alors:

a) fort échauffement, sans inflammation : coup

b) inflammation des vapeurs combustibles, lorsque la limite d'inflammabilité est atteinte, généralement par réduction du débit d'air, engendrant une explosion locale : flambée;

c) vaporisation, suivie d'inflammation, du dépôt d'huile existant dans les tuyaux, causée par l'onde de pression créée par la flambée initiale, si cette dernière est suffisamment importante : explosion.

Principe des mesures préventives.

Limiter la quantité d'huile entraînée par l'air comprimé et éviter les accumulations et dépôts susceptibles d'oxydation.

Refroidir l'air comprimé refoulé (au moins jusqu'à une température inférieure à celle provoquant l'oxydation rapide) et se prémunir contre les échauffements locaux.

Graissage.

Qualité de l'huile.

Huile minérale pure, de préférence à base naphténique, donnant un très faible résidu de carbone à point d'inflammation élevé, mais d'une viscosité convenable. Eviter les huiles détergentes, compoundées ou graphitées. On peut retenir les normes suivantes:

Poids spécifique à 15° C: 0,89 à 0,92 kg/litre Point d'inflammation > 220° C Point de combustion > 255° C Teneur en eau et asphalte : O Indice de carbone Conradson < 0,1 Indice d'acide < 0,05 (mg KOH par g huile) Viscosité :

Viscosite i	t^o	Centistokes	Degrés Engler
Cylindriques verticaux ou horizontaux	50° C		8 à 9 > 1,8
à contre tige Cylindrique horizontal sans contre-tige	50° C		14 à 16 > 2,5

Débit d'huile.

Le débit nécessaire varie avec les caractéristiques constructives de l'appareil ; logiquement, il doit être apprécié en fonction de la surface frottante balayée par les pistons. On peut cependant fixer les valeurs moyennes suivantes, se rapportant uniquement au lubrifiant utilisé dans le cylindre.

Cylindres verticaux (ou horizontaux avec contretige): moins de 0,1 g/kWh.

Cylindres horizontaux sans contre-tige : moins de 0,2 g/kWh.

La référence à l'énergie consommée permet un calcul plus simple tout en conservant une signification assez correcte, vu la ressemblance des divers modèles de compresseurs.

Par bourrage de tige de piston, on compte 2 g/h en plus. Le graissage du mouvement (paliers, billes, crosses) doit être indépendant de celui des cylindres; il faut éviter le passage de l'huile du carter dans les cylindres.

Mode de graissage.

Eviter le graissage par pulvérisation d'huile dans la tuyauterie d'admission ; l'amenée de l'huile à la paroi du cylindre (au milieu) est préférable.

Le graissage par pompes est le meilleur, surtout lorsque les pompes donnent des refoulements fréquents et à faible débit, sinon utiliser le graisseur compte-gouttes.

Vérifier régulièrement la consommation d'huile.

Dépôts d'huile.

Même en cas de graissage correct, une certaine quantité d'huile est entraînée par le courant d'air : de 3 à 7 mg/m³ et parsois plus (Cerchar, Note 5/52 p. 20).

Des dépôts se forment sur les clapets et dans les

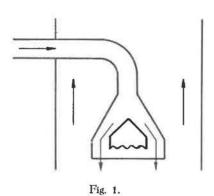
chambres de soupapes.

Une partie de l'huile entraînée dans les tuyaux se dépose dans le réfrigérant d'aval, lorsqu'il existe, et dans les réservoirs: ces appareils doivent être régulièrement purgés et nettoyés et établis de manière à permettre une purge complète.

Vitesse de l'air dans les tuyauteries entre compresseurs et réservoirs < 5 m/sec ; dans les réservoirs < 0,3 m/sec (pour assurer une bonne séparation de l'eau et de l'huile) ; dans les conduites à l'aval des réservoirs < 10 m/sec.

Volume total des réservoirs, en m³: au moins 1/8 du débit réel des compresseurs, mesuré en Nm³/min et de préférence 1/4 à 1/3.

Les réservoirs seront placés de préférence à l'ombre et dans un endroit frais, verticalement (hauteur inférieure à 3,5 fois le diamètre) avec arrivée d'air centrale évasée et munie d'un chicanage (fig. 1) et départ à la partie supérieure. Les conduites d'air auront des courbes largement ouvertes (rayon de courbure > 4 fois le diamètre).



Il faut éviter les variations de section brusques et les parties non balayées par le courant d'air (telles que les anciens branchements désaffectés et obturés à une certaine distance de la conduite principale) où se créeraient des dépôts.

Causes de l'échauffement.

La compression de l'air est une transformation polytropique toujours très voisine de l'adiabatique, malgré le refroidissement:

$$\frac{T_2}{T_1} = (\frac{P_2}{P_1})^{\frac{n-1}{n}}$$
 avec 1,30 < n < 1,41

Pour un taux de compression $P_2/P_1 = 2.82 = \sqrt{8}$, qui est celui théoriquement réalisé dans un compresseur à 7.25 kg/cm², l'échauffement normal est donc de l'ordre de 90 à 120° C.

Les causes d'échauffement anormal sont :

— une température d'aspiration trop élevée : placer la prise d'air en un endroit frais, à l'ombre ; éviter la proximité de la conduite de refoulement et d'aspiration ;

- l'augmentation du taux de compression, due

elle-même à :

 des pertes de charges exagérées dans les conduits d'aspiration BP et intermédiaires entre BP et HP.

— une conduite d'aspiration trop longue ou commune à plusieurs appareils, créant de fortes variations de pression dues à la résonance des pulsations,

 des clapets encrassés ou déformés entraînant une vitesse de passage de l'air excessive,

 des fuites et repassages d'air par les pistons ou les clapets (ou la rupture d'un de ces derniers),

 une méthode défectueuse de réglage en marche à vide.

- un manque de graissage,

 un arrêt ou un ralentissement de l'eau de réfrigération ou l'entartrage des surfaces d'échange calorifique.

Il n'est pas toujours possible de constater rapidement ces incidents, ce qui rend absolument nécessaire la mesure de la température de l'air au refoulement HP.

D'autre part, tout ce qui contribue au refroidissement dans un but de sécurité est aussi un facteur d'augmentation de rendement.

Refroidissement.

Il faut refroidir les cylindres et leurs accessoires, ainsi que l'air après la basse pression et la haute pression. Sauf parfois (même le plus souvent) pour cette dernière opération, où l'on a recours alors au seul refroidissement par l'air, il est fait usage d'eau de réfrigération.

Le calcul montre que, pour un échauffement de l'eau de 10° C, il faut environ 50 litres d'eau par m³ (ou encore 0,3 m³/h d'eau par m³/min de débit d'air) pour ramener l'air à sa température initiale.

Il y a intérêt pour améliorer le rendement des machines, à employer de l'eau plus froide que l'air aspiré, mais cela n'est que rarement possible; il faut disposer d'un important débit d'eau en circuit ouvert.

Si l'eau est incrustante, il s'impose de l'épurer ou tout au moins de faire usage d'un appareil qui rend les dépôts pulvérulents, car un entartrage, même léger, a pour effet de diminuer très considérablement les échanges calorifiques.

La suppression du refroidissement des cylindres, en augmentant la température moyenne de ceux-ci, diminue fortement la viscosité de l'huile de graissage et favorise donc sa dispersion dans l'air, tout en provoquant un échauffement sensible de l'air aspiré et refoulé: elle est donc préjudiciable tant au rendement qu'à la sécurité.

La suppression de la circulation d'eau au réfrigérant intermédiaire cause une élévation rapide de température de l'ordre de 100° C au refoulement de l'air; elle doit donc entraîner obligatoirement l'arrêt du compresseur.

Il est fortement à conseiller d'employer également un refroidisseur à l'aval du cylindre HP, disposé le plus près possible de celui-ci, de manière à limiter les parties du circuit d'air portées à haute température. Outre l'accroissement de sécurité qu'il procure, ce refroidisseur permet la séparation d'une grande partie de l'eau entraînée et d'une certaine quantité d'huile, et diminue, pour ces différentes raisons, les pertes de charges dans le début du réseau; en outre, il amortit très efficacement les pulsations au refoulement.

Lorsqu'il n'existe pas de refroidisseur HP, il faut favoriser le refroidissement par rayonnement et convection dans l'air des conduites de refoulement : ces dernières, éventuellement munies d'ailettes, seront disposées en des endroits bien ventilés, à l'exclusion de caniveaux : les parties extérieures seront autant que possible à l'ombre.

Réglage.

L'adaptation du débit des compresseurs à la consommation, lorsque la machine motrice n'est pas à vitesse variable, peut se faire progressivement (par adjonction d'espaces morts additionnels système « Clearence » de la Cie Ingersoll — ou en maintenant ouvertes les soupapes d'aspiration pendant une partie de la course de refoulement) ou par « tout ou rien ».

Le premier dispositif, peu fréquent d'ailleurs, semble préférable ; il permet cependant un certain échauffement de l'air, brassé entre le cylindre et les capacités additionnelles, dans lesquelles il faut veiller à éviter les accumulations d'huiles. Les capacités doivent être disposées sur les deux étages de compression.

Le réglage par tout ou rien peut se faire :

- par fermeture de l'aspiration,
- en maintenant ouvertes les soupapes d'admission,
- en fermant l'admission et en mettant en outre le refoulement HP à l'air libre.

Le premier de ces trois systèmes a pour effet d'augmenter très fortement le rapport de compression, le cylindre BP n'ayant plus à aspirer que la fuite, faible mais inévitable, qui existe à la vanne de fermeture. La température au refoulement de l'appareil peut alors croître de plus de 100° C. Ce système doit donc être absolument proscrit.

Le troisième présente les mêmes défauts, mais à un degré moindre; le compresseur travaille en fait comme pompe à vide pendant les périodes de déclenchement. L'augmentation du rapport de compression est donc moindre que dans le premier cas et, d'autre part, la masse d'air intéressée est très faible.

Le second système paraît préférable, puisqu'il n'y a plus aucune compression, mais est peu employé pour des raisons constructives. Dans tous les cas, la marche à vide présente un autre inconvénient : le débit des graisseurs, lié à la vitesse de la machine, reste le même alors que le courant d'air diminue ou même cesse complètement ; en même temps, surtout si un échauffement se produit, la vaporisation de l'huile augmente et, à la reprise du débit, la quan-

tité de produits combustibles entraînée par l'air est sensiblement accrue, pouvant même atteindre des valeurs dangereuses.

Il y a donc lieu de contrôler strictement les marches à vide et de les limiter aux plus courtes périodes possibles, inférieures obligatoirement à 15 minutes. Lorsque la centrale de compression comporte plusieurs unités, on demandera la marche à vide à l'appareil qui est le mieux refroidi, a le plus faible débit d'huile et le dispositif de réglage le plus efficace et sûr; ce sera généralement le compresseur le plus moderne et le plus puissant, et les périodes de déclenchement seront de ce fait d'une durée moindre.

Entretien.

Aspiration.

Une conduite d'aspiration métallique (tôle galvanisée de préférence), avec filtre, est indispensable pour éviter d'introduire des poussières dans le compresseur. Une canalisation maçonnée se désagrège en effet lentement à cause des pulsations.

Nettoyage hebdomadaire des cellules filtrantes dans une solution de soude (proscrire les solvants volatils, même ininflammables) suivi de soufflage à l'air comprimé et d'un trempage dans l'huile minérale pure, de caractéristiques voisines de celles des compresseurs mais pas trop visqueuse (50 à 45 centistokes à 50° C, soit 4 à 5.5° Engler).

Cylindres.

Vérifier la propreté et l'usure. Maintenir les enveloppes d'eau exemptes de tartre.

Clapets de soupapes.

Nettoyer au moins chaque quinzaine ou chaque mois selon le degré d'encrassement, et s'assurer que tous les ressorts développent une force identique.

Le meilleur procédé consiste à remplacer régulièrement les clapets par d'autres qui ont été nettoyés antérieurement, au moment et à l'endroit le plus convenables : il suffit de posséder en réserve un jeu complet de soupapes.

Réfrigérants.

Disposer, comme pour les clapets, de faisceaux tubulaires en réserve.

Les lavages fréquents sont à recommander : on les effectue en réalisant le circuit d'eau de manière à créer une circulation à contre-courant, par la manœuvre de vannes appropriées, et on peut alors laver à chaque arrêt. (Ce système est appliqué dans un charbonnage du bassin de Liège.)

Réseau de tuyauteries et réservoirs.

Outre la suppression des fuites, on s'assurera de temps à autre, par examen d'un tronçon, que les dépôts d'huile ne sont pas trop abondants, auquel cas il faudrait revoir le dispositif de lubrification. Nettoyage soigné et complet du réservoir, par raclage ou mieux, au jet de sable, à l'occasion de la visite intérieure triennale et de préférence chaque année dans les installations importantes, suivi de peinture éventuelle.

Purge d'eau et d'huile à chaque poste à tous les points bas du réseau et aux réservoirs et réfrigérants.

Contrôle.

Le contrôle doit porter à la fois sur l'efficacité technique et sur la sécurité de l'installation.

En ce qui concerne le premier point, on se borne généralement à mesurer, par des manomètres genre Bourdon, la pression au réfrigérant intermédiaire et au refoulement HP, et parfois la consommation d'énergie du moteur. Il serait utile également de connaître le volume débité, en posant un tube de Venturi, mais ce dernier ne pourra se placer qu'à l'aval des réservoirs (mesurant donc le débit global de la centrale) pour éviter l'erreur considérable due aux pulsations.

Quelques prises de température par thermomètres à mercure immergés dans des tubes d'huile, ne sont pas suffisantes pour assurer la sécurité; ces appareils fournissent d'ailleurs des indications souvent fort erronées et la colonne mercurielle peut se diviser du fait des vibrations.

Une installation complète devrait comporter les éléments suivants :

Sur la circulation d'air.

Mesure de la température à la sortie BP et à l'entrée et la sortie HP, par thermocouples nus placés dans le courant d'air (à l'entrée) ou le plus près possible des clapets (à la sortie).

Egalement prises de températures après le réfrigérant d'aval, s'il existe, ou sinon en l'un ou l'autre point bien choisi du réseau de refoulement, pour y déceler un échauffement anormal ou un refroidissement insuffisant.

Sur la circulation d'eau.

Contrôle du débit par manomètre au refoulement des pompes et par chute visible à la sortie. Il est utile de placer un manomètre à la sortie des réfrigérants, qui permet d'évaluer l'entartrage par les variations de pression constatées.

Mesurer éventuellement l'échauffement de l'eau.

Sur la circulation d'huile.

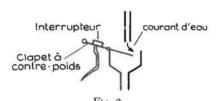
Manomètre au refoulement de la pompe à l'huile ou compte-gouttes.

S'il y a un réfrigérant d'huile, mesure de la température à la sortie.

Contrôle automatique.

Toutes les installations de compression devraient obligatoirement comporter un équipement de con-

trôle automatique avec, au minimum, déclenchement de l'alimentation du moteur lorsque la température au thermo-couples placés sur les refoulements BP et HP et sur le réseau de conduites allant aux puits atteint 150° C ou encore lorsque la circulation d'huile s'interrompt.



Il serait très utile que le déclenchement soit aussi commandé par l'arrêt de la circulation d'eau: il suffit pour cela de disposer, à la chute visible sur la sortie d'eau, un clapet basculant à contrepoids, muni d'un interrupteur à goutte de mercure ou équivalent. Le déclenchement devrait en outre se produire lorsque la marche à vide dure plus de 15 minutes. Un appareil avertisseur devrait fonctionner en cas de déclenchement.

Bibliographie relative à l'étude de M. Michel.

- (1929) LAHOUSSAY: Air comprimé -Tome IV des Études Techniques du Groupement des Houillères victimes de l'invasion - Paris - Gauthier - Villars.
- (1948) AUDIBERT : Le mécanisme des explosions de compresseurs note technique 48/7 (octobre 48) des Charbonnages de France.
- (1952) LOISON: Mécanisme des explosions survenues dans les circuits de refoulement des compresseurs d'air - note technique 52/3 (avril 1952) des Charbonnages de France.
- (1952) LEFEVRE: Compresseurs d'air à pistons note technique 52/5 (juin 1952) des Charbonnages de France.

4º cas.

Circonstances.

Une explosion s'est produite dans les canalisations et réservoirs d'air comprimé de la surface; elle affecta aussi quelques éléments de l'extrémité supérieure de la tuyauterie placée dans le puits d'air. A la surface, elle provoqua la rupture de divers coudes et d'une vanne, tandis que dans le puits d'air plusieurs tuyauteries étaient gravement endommagées.

Cette explosion a été attribuée à de l'huile de graissage se vaporisant sous l'effet d'une température élevée.

Conclusion de l'Ingénieur-rapporteur.

L'Ingénieur chargé de l'enquête rappelle que le mécanisme des explosions dans les tuyauteries est peu connu et que leurs effets sont surprenants.

Il cite à cet égard une expérience faite par M. Fripiat, Directeur divisionnaire des Mines, Administrateur-Directeur de l'Institut National des

Mines à Paturages.

Ayant rempli une tuyauterie de 200 mm de diamètre avec un mélange grisouteux détonant, celui-ci fut allumé à une extrémité. La conduite avait 84 m de longueur et était ouverte à l'extrémité opposée à celle où se trouvait la bougie d'allumage. On constata que les effets mécaniques de l'explosion s'étaient seulement manifestés au dernier tronçon de tuyau, qui avait été entièrement ouvert. Il semblerait donc qu'il faille une certaine distance pour qu'une inflammation dans une tuyauterie devienne explosion (Rapport de l'I.N.M. sur les travaux de 1954, Annales des Mines de Belgique de juillet 1955, page 598).

A la suite de l'accident, d'autres essais ont été effectués à l'I.N.M. avec des échantillons d'huile et de cambouis prélevés à l'installation sinistrée. Ils ont confirmé le danger que présente, au point de vue risque d'explosion, un réservoir où existe une zone morte assez étendue.

Les expériences se répartissent en deux séries dont la première avait pour but de déterminer la température critique à partir de laquelle l'oxydation lente de l'huile utilisée se transforme en une combustion vive. Dans la seconde, on a essayé de reproduire les conditions dans lesquelles une telle oxydation pouvait s'effectuer dans un réservoir vertical, avec arrivée et départ de l'air à son sommet.

Une première constatation semble s'imposer: l'huile de remploi ne présente pas de caractéristiques sensiblement différentes de celles de l'huile vierge, au point de vue température critique; ceci est corroboré par la courbe de M. Audibert, qui donne la quantité d'oxygène fixée par unité de temps et de poids d'huile en fonction du temps.

En esfet, on y voit qu'il existe un seuil d'oxydation mais qu'à 100°, ce seuil n'est atteint qu'après un temps de plusieurs milliers d'heures. Or, l'huile récupérée a été utilisée à graisser les tiges de piston et les coulisseaux du compresseur François durant environ une journée, et ce, à une température notablement inférieure à 100°. Cette huile, toutesois, paraissait trouble, c'est la raison pour laquelle elle a été essayée.

L'huile vierge présentait des caractéristiques absolument normales et la première série d'essais n'a pas donné de température d'inflammation inférieure à 149° 3. On note toutefois l'influence de la nature des catalyseurs.

Les résultats de la seconde série d'essais sont à corriger en ajoutant 15° aux températures d'inflam-

mation mentionnées. Ceci est dû au fait que l'on a estimé que les températures lues au thermomètre pouvaient différer de la température maximum dans la masse au contact du verre; on a remplacé cet instrument par un thermo-couple dont la soudure reposait sur le fond du vase.

Il faut noter également qu'un couple thermoélectrique possède une inertie thermique beaucoup moins grande que le thermomètre.

Compte tenu de la remarque précédente, il a été relevé des températures d'inflammation inférieures à 135° au cours des essais n° 36, 43, 44, 45, 46 et 53.

Cette température de 135° a pu exister à un moment donné, lors de l'accident, dans un des réservoirs, et l'état du milieu a pu être un de ceux correspondant aux essais précités. D'ailleurs, comme ces essais n'ont fait qu'effleurer le sujet, ils peuvent laisser supposer qu'il existe encore d'autres catalyseurs ou d'autres valeurs des facteurs physicochimiques qui puissent donner l'inflammation à la température envisagée.

Les essais se sont presque toujours déroulés de la même façon : la température monte lentement et régulièrement jusqu'au moment où la masse se met à émettre des vapeurs blanchâtres durant un laps de temps très court (quelques secondes), puis une inflammation se produit et une explosion s'ensuit qui fait sauter le bouchon du vase et se propage jusqu'à l'orifice du tuyau d'évacuation des gaz. C'est l'importance relative de cette émission qui peut faire dégénérer une simple flambée en explosion généralisée.

Cette importance relative est fonction de deux facteurs : la quantité de vapeur émise et la quantité d'air diluant.

Si les compresseurs marchaient à plein régime, la quantité d'air diluant était maximum. Mais la quantité de vapeur émise dépend certainement de l'importance de la masse des matières entrant en réaction.

En effet, tout le cambouis ne réagit pas simultanément, quoique les conditions de pression et de température soient partout quasi identiques. A ce sujet, les essais de l'I.N.M. ont mis en évidence la diversité des températures d'inflammation obtenues, même au sein du même échantillon de cambouis; on a remarqué l'influence de l'état chimique et physique du catalyseur : l'hydrate ferrique pur favorise beaucoup plus la réaction que l'oxyde de fer et la rouille. Dans certains cas donc, seule une petite partie du cambouis réagira et on aura un simple « coup de feu ». Dans d'autres cas, il se produira une flambée ou même (heureusement plus rarement) une explosion généralisée.

Après un rappel des conclusions de l'étude de M. Loison, le rapporteur conclut que les mesures préconisées par son collègue lors d'un accident semblable (voir 2° cas) sont toujours d'actualité.

Il signale que les mesures suivantes ont été décidées :

- Placement de thermostats réglés entre 135° et 140° et pouvant déclencher l'appareillage électrique en cas d'augmentation anormale de la température.
- 2) Commande d'un nouveau compresseur qui sera conçu de manière à éviter toute zone morte aux alentours des soupapes de refoulement, par un dessin approprié du cylindre et des chambres de refoulement.
- 3) Le compresseur précité sera muni d'un réfrigérant placé immédiatement à la sortie de l'air comprimé. Ainsi, l'air qui sortira du réfrigérant aura une température inférieure à 80° et les risques d'inflammation seront extrêmement réduits.
- 4) La modification des réservoirs verticaux est envisagée de façon à réduire les zones mortes : l'air sera admis à la partie inférieure du corps cylindrique.

Le rapporteur estime, d'autre part, qu'il serait nécessaire d'adopter les deux mesures suivantes :

- Tous les compresseurs, surtout les vieilles unités, devraient être pourvus de filtres d'aspiration efficaces pour réduire la formation de cambouis.
- La fréquence des nettoyages des réservoirs devrait être augmentée de façon qu'on ne puisse plus y constater d'accumulation de cambouis.

Le rapporteur ajoute que, dans certains charbonnages, on a diminué quelque peu la température dans les réservoirs en les aspergeant abondamment (par exemple au moyen de l'eau d'exhaure).

Il rappelle enfin les mesures préconisées par M. Pitesche et dont il a été fait mention ci-avant.

* * *

A la suite de cet accident, les recommandations suivantes ont été adressées à la direction de l'entreprise :

- 1) Emploi d'huiles stables et homogènes pour offrir une résistance maximum à l'oxydation et, par voie de conséquence, à la formation de complexes instables.
- 2) Les huiles à point d'éclair élevé sont de forte viscosité. Elles forment très facilement des dépôts de cambouis et agglomèrent bien davantage les matières organiques échappant au filtre à air. Il faut donc employer une huile à haut pouvoir lubrifiant mais de viscosité moyenne.
 - 3) Le débit d'huile doit être minimum.
- 4) Le nettoyage à l'eau de savon évite la formation de dépôts graisseux dans les cylindres. Cette opération, d'après les techniciens, s'effectue comme suit :

On démonte les soupapes, on nettoye les sièges et, avant de les remonter, on verse de l'eau savonneuse dans les cylindres, on fait tourner la machine à vide et on enlève les dépôts mousseux qui suintent par les sièges des soupapes.

Ce procédé reste intéressant avec l'emploi d'huiles minérales car celles-ci agglomèrent également des poussières organiques.

5) L'étude de M. Audibert prouve que la rouille favorise spécialement l'oxydation des huiles. Pourquoi, au placement, ne pas enduire les tuyauteries et autres pièces métalliques faisant suite au compresseur d'une bonne couche de peinture antirouille et nettoyer ces tuyauteries périodiquement?

La visite des réservoirs d'air comprimé devrait être spécialement soignée. Il y a dans ces appareils, outre la formation de rouille, une vitesse d'écoulement de l'air plus faible que dans les tuyauteries, ce qui, d'après M. Audibert, favorise la formation de peroxydes. Les constatations pratiques prouvent d'ailleurs que les inflammations dans les installations d'air comprimé partent souvent d'un réservoir.

- Eviter la marche à vide des compresseurs qui entraîne fatalement une augmentation de température.
- 7) Visiter à intervalles fréquents les clapets d'aspiration et de refoulement.
- 8) Maintenir un débit d'eau particulièrement élevé.
- 9) Placer un thermostat assurant le déclenchement de l'appareillage électrique en cas d'augmentation anormale de la température.
- 10) Munir tous les compresseurs, surtout les vieilles unités, de filtres d'aspiration efficaces pour réduire la formation de cambouis.
- 11) Augmenter la fréquence des nettoyages des réservoirs de façon qu'on ne puisse plus y constater d'accumulation de cambouis.
- Eviter toute température arnomale de refoulement.
- 13) Localiser les prises d'air aux endroits où elles ne risquent pas d'aspirer les poussières.
- 14) Prévoir des filtres à air efficaces et appliquer strictement un système de nettoyage.
- 15) Purger régulièrement les réfrigérants intermédiaires s'ils existent.
- 16) Prévoir des déshuileurs efficaces sur le refoulement et les purger régulièrement.
- 17) Prévoir des thermomètres aux endroits à surveiller et noter systématiquement les températures.
- 18) Arrêter le compresseur dès que les températures et pressions sont anormales.
- 19) Rincer et désincruster, s'il y a lieu, les chambres d'eau des cylindres et les réfrigérants.
- 20) Prévoir le remplacement systématique, à des intervalles de temps régulièrement espacés, des jeux de clapets pour examen et nettoyage éventuel.
- 21) Envisager l'installation d'un réfrigérant de l'air à la sortie du cylindre à haute pression des compresseurs.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Le problème des explosions de compresseurs et de canalisations à air comprimé est posé depuis long-temps déjà. Le mécanisme de l'inflammation du mélange explosible n'a jamais été expliqué de façon précise. On en est réduit aux hypothèses. Aussi, dans l'incertitude où nous nous trouvons, il y a lieu de superposer toutes les mesures susceptibles d'éviter les phénomènes qui pourraient contribuer à la création d'une atmosphère inflammable, parmi lesquelles il convient de retenir particulièrement un entretien soigné de nature à éviter les dépôts de cambouis et la rouille.

5º cas.

Circonstances.

Dans une centrale de compression d'air, au cours du fonctionnement normal de deux compresseurs de 850 ch de puissance, du type équerre à 2 étages, débitant chacun l'air comprimé à 5,8 kg/cm² dans un réservoir et reliés par l'intermédiaire d'un troisième réservoir, à la conduite d'air comprimé d'un siège, une explosion violente s'est produite, occasionnant des dégâts importants à la conduite de refoulement d'un des deux compresseurs, aux deux premiers réservoirs ainsi qu'à la canalisation d'air comprimé vers les travaux souterrains jusqu'à la profondeur de 160 m dans le puits où elle fut partiellement déchirée.

Un de ces compresseurs est muni d'un réglage par tout ou rien, faisant marcher le compresseur à vide lorsque la pression maximum est atteinte, par l'intermédiaire d'un régulateur bloquant les clapets d'aspiration des cylindres HP et BP dans la position d'ouverture; ce compresseur fonctionnait à pleine charge au moment de l'accident. L'autre compresseur, qui ne marchait qu'à demi-charge au moment de l'accident, est pourvu d'un dispositif de réglage automatique qui augmente le volume des espaces morts dès que la pression de régime est atteinte.

Aucun appareil enregistreur de mesure n'était installé sur ces compresseurs, mais le machiniste, qui se trouvait dans la salle, a déclaré n'avoir rien remarqué d'anormal avant l'accident.

L'huile de graissage utilisée fut analysée par l'I.N.M. et reconnue de bonne qualité pour compresseurs.

Les réservoirs n'étaient nettoyés qu'une fois tous les 3 ans, et dans celui resté intact, on constata un dépôt huileux de 5 cm d'épaisseur.

Conclusions de l'Ingénieur-rapporteur.

Les mesures préventives qu'il y aurait lieu de prendre sont les suivantes :

- Eviter, dans la mesure du possible, la présence d'huile dans les conduites de refoulement, dans les canalisations et les réservoirs :
- a) en utilisant une huile adéquate; il semble bien que l'huile utilisée ici présentait de bonnes caractéristiques;
- b) en limitant les quantités d'huile utilisées; ces quantités devraient, à cet effet, être systématiquement contrôlées et non laissées à la seule appréciation du machiniste;
- c) en procédant au nettoyage des réservoirs à air comprimé au moins une fois tous les 3 mois.
- 2) Limiter la température de l'air au refoulement haute pression des compresseurs. Le placement d'un réfrigérant après la haute pression est une mesure excellente, mais onéreuse et difficilement réalisable en l'occurence, faute de place. On se demande cependant si, malgré son coût élevé, elle ne devrait pas être envisagée. Elle ne résout cependant pas le problème pour la partie des canalisations situées entre le compresseur et le réfrigérant et pour le compresseur lui-même. La mesure qu'on peut actuellement préconiser est le placement d'un thermostat sur la conduite de refoulement haute pression. Ce thermostat aurait pour but, soit d'actionner un signal acoustique dès que la température dépasse une certaine limite, soit d'arrêter l'installation. La détermination de cette limite est délicate. La plupart des auteurs estiment qu'il ne faut pas dépasser 140°.
- 3) Organiser systématiquement le contrôle des températures, des pressions, des quantités d'huile utilisées, des dates de visite et de nettoyage des clapets et réservoirs.

Avis du Comité de Division.

Les membres se rallient aux conclusions du rapporteur.

Directives données à la Direction de la mine.

- 1) Réduire, dans toute la mesure du possible, les dépôts d'huile dans les canalisations et réservoirs d'air comprimé.
 - Pour cela, il convient:
- a) de contrôler systématiquement la consommation d'huile des compresseurs, en se rappelant que, dans ces appareils, un graissage trop abondant est dangereux;
- b) de nettoyer fréquemment les réservoirs d'air comprimé, à raison d'une fois tous les 3 mois par exemple:
- c) de munir les réservoirs et les canalisations de nombreux purgeurs, d'entretenir convenablement ceux-ci et de les ouvrir plusieurs fois par jour.
- 2) Placer sur la conduite de refoulement de chacun des compresseurs, un thermostat destiné, soit à arrêter directement l'installation, soit à actionner un signal acoustique pour alerter le machiniste,

dès que la température de l'air comprimé atteint 140° C.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

L'accident paraît dû à l'explosion du mélange gazeux formé par les dépôts d'huile au contact d'un courant d'air chaud.

Il faut donc, dans des installations de l'espèce, comme le suggère l'ingénieur-rapporteur :

1) utiliser une huile de qualité, en quantités contrôlées;

 nettoyer souvent et régulièrement les appareils susceptibles d'en contenir des dépôts;

3) limiter la température de l'air comprimé.

A cet égard, il ne faut pas perdre de vue qu'un repassage de l'air dans un compresseur à double effet, peut provoquer des élévations de température anormales d'un côté ou de l'autre du piston. Il serait souhaitable, à cet égard, de pouvoir contrôler la température des deux côtés, par des thermomètres convenablement placés.

6º cas.

Circonstances.

Un réservoir tampon à air comprimé, timbré à 8 kg/cm² et de forme cylindrique, a fait brusquement explosion, sans donner lieu ni à des flammes, ni à des fumées. Ce réservoir était installé entre le réservoir collecteur principal et un des trois compresseurs du siège, à savoir un compresseur François à deux étages. Ses dimensions étaient les suivantes : longueur: 950 mm; diamètre : 1150 mm; épaisseur originelle des tôles (en acier Siemens Martin) : 10 mm.

Il était en service depuis 12 ans.

La virole qui s'est déchirée ne présentait plus qu'une épaisseur de 0,6 à 1,5 mm le long de la déchirure, soit sur 350 mm de longueur. La rupture s'est produite sensiblement suivant la génératrice de contact, le long de laquelle le réservoir reposait sur un socle de soubassement en maçonnerie. Le réservoir se trouvait dans un caniveau sous le niveau du pavement. Pratiquement, l'extérieur n'était pas accessible. Un trou d'homme permettait d'y pénétrer. La dernière visite intérieure avait eu lieu 3 mois avant l'accident et le visiteur n'avait rien noté d'anormal.

A la suite de cet accident, M. Fripiat a prélevé des échantillons d'huile de graissage des compresseurs et a soumis cette huile à deux essais d'inflammation en présence d'hydrate ferrique. Les procédés employés sont minutieusement décrits dans la 4^{me} livraison 1955 des Annales des Mines, page 598. Au cours de ces essais, on a fait varier la quantité d'huile mélangée à l'hydrate ferrique entre 0,25 et 0,5 g et le débit horaire d'oxygène de 5 à 20 litres.

Les températures d'inflammation obtenues varient entre les limites suivantes :

1) Essais au tube :

oxygène traversant la masse d'hydrate ferrique + huile (72 essais) : 135,3° à 155,3,° ;

7 essais seulement ont donné une température d'inflammation inférieure à 140°.

 Essai en vase Erlenmeyer: oxygène avec la masse d'hydrate ferrique + huile (36 essais): 126° à 139°.

Les échantillons de cambouis prélevés n'ont été soumis à aucun essai; quatre mois plus tard, les enveloppes de papier où ce cambouis avait été placé étaient imbibées d'huile.

Il n'a pas été possible de fixer avec certitude si l'explosion est due à la déchirure de la paroi du réservoir sous l'effet de la pression statique de l'air, ou si elle est due à l'inflammation de vapeurs d'huile.

Mesures prises par la Direction de la mine.

- 1) Placement d'un troisième faisceau tubulaire intermédiaire de réfrigération ;
- 2) Réglage des thermostats à 130° au lieu de 140° :
- Placement, à la sortie du compresseur, d'un appareil réfrigérant-déshuileur-déshydrateur.

Selon le fournisseur, la température de l'air à la sortie de l'appareil ne dépassera pas de plus de 10° celle de l'eau à l'entrée, soit donc au maximum 35°.

Directives données à la Direction de la mine.

Le placement du réservoir dans un caniveau rendait le contrôle des parois extérieures difficile et même en partie impossible.

L'installation de tous les réservoirs devrait être revue de manière à permettre un examen aussi complet que possible de la surface extérieure des parois-

7º cas.

Circonstances.

Dans une station de compression, un seul compresseur à 2 étages, de 70 m³ d'air aspiré par minute, était en fonctionnement.

Dès que la pression de 6,8 kg/cm² était atteinte au refoulement, un dispositif de réglage automatique fermait la vanne installée sur la conduite d'alimentation d'air, à l'amont du cylindre BP, et l'ouverture de deux soupapes spéciales mettait la chambre de compression du cylindre HP à l'air libre. Alors que le dispositif de réglage précité fonctionnait depuis cinq minutes environ, une explosion se produisit dans la canalisation de refoulemennt du compresseur, dans le réservoir et dans la canalisation de distribution du siège.

Le graissage des cylindres était assuré par une pompe, au moyen d'huile de bonne qualité.

En aval du réservoir tampon, la canalisation fut trouvée, après l'accident, pratiquement exempte d'huile. Il semble, dès lors, que l'explosion ait pris naissance en un point situé entre le réservoir et l'intérieur du compresseur.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Se référant aux conclusions de l'ingénieur chargé de l'enquête, l'Inspecteur Général préconise les mesures préventives suivantes :

1) utiliser des huiles de qualité, en quantités systématiquement contrôlées;

2) éliminer des réservoirs et tuyauteries toutes les arêtes et cavités susceptibles de retenir les particules d'huile et d'échapper aux nettoyages, telles que bouts de tuyauteries inutiles (c'est le cas, notamment, dans des réservoirs constitués par d'anciens corps de chaudières);

3) contrôler les purges des réservoirs et canali-

4) nettoyer, tous les mois, les clapets de refoulement :

5) nettoyer les réservoirs au moins tous les trois mois;

6) contrôler la température de l'air par des thermomètres convenablement placés et prendre, le cas échéant, des dispositions appropriées pour limiter cette température;

7) placer à la sortie de chaque compresseur un thermostat qui permette d'arrêter, automatiquement si possible, le moteur du compresseur dès que la température de l'air atteint 135° (dans le cas de compression bi-étagée);

 réduire au strict minimum la durée de marche à vide des compresseurs, soit par des consignes,

soit par un dispositif approprié.

Septembre 1957.

Les affaissements du sol dans la région de la rive gauche du Rhin

par le Dr-Ing. H. FLAESCHENTRAEGER (Homberg) (*)

Traduction résumée par L. DENOEL,

Professeur émérite de l'Université de Liège.

A. — Les morts-terrains comprennent le Zechstein (10-30 m de calcaire et de marnes), les grès bigarrés (0-30 m, altérés et friables), le Tertiaire (100-150 m de sable et d'argile) et le Diluvium (20-30 m de sable et de gravier).

Le mine Rheinpreussen exploite le faisceau des charbons gras en plateure.

B. — Plan méthodique des observations.

Les points de repères fixes sont situés à 20 m de distance du bord de la zone susceptible d'être influencée.

Les repères de nivellement consistent en pieux verticaux descendant à 1,20 m de profondeur dans la couche de sable superficielle et sont calés par un bloc de béton damé de 18 cm d'épaisseur. Leur distance est de 20 à 30 m. Les longueurs sont mesurées au ruban d'acier, plus expéditif que la règle et suffisamment précis avec des opérateurs exercés. Les résultats des mesures sont rapportés pour un cas particulier. Couche de 1,80 m de puissance, horizontale, profondeur 200 m, pendage sud. Une première taille de 100 m a été prise entre les niveaux de 160 et 180 m, en 1952, sur une longueur de 300 m. En 1933, on a exploité le restant de la tranche nord et la partie sud par longues tailles de 300 m de front.

Des profils en long et en travers représentent l'état final quatre ans après le début de l'exploitation. Des nivellements ont été faits tous les trimestres.

Dans le profil en travers, la cuvette a la forme courbe classique avec un maximum de profondeur de 904 mm au milieu du panneau : cotes de 434 et de 410 au droit des limites fig. 1). Les profils en long sont nettement dissymétriques et varient du nord au sud.

Dans le profil correspondant à l'état final et passant par la limite entre le panneau sud et le pan-

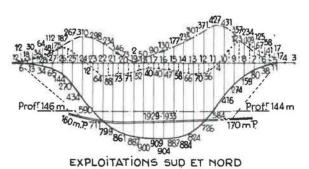


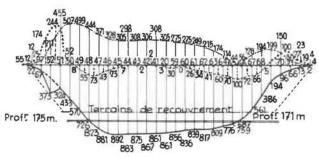
Fig. 1. — Exploitation sud-nord. — Forme finale de la cuvette dans le profil en travers.

neau nord, on trouve 892 mm de profondeur au point le plus bas qui n'est pas au milieu du panneau et 726 mm et 687 mm aux limites du chantier. Le profil se relève beaucoup plus vite vers le bord ouest que vers le bord est et présente une brisure nette au-dessus du maximum des tensions horizontales. C'est un phénomène local qui doit être en relation avec la coulée des sables tertiaires le long de la ligne de cassure.

La démarcation entre les zones de tensions en bordure et les pressions dans la partie centrale coincide avec les verticales des limites du chantier. Les pressions dans la plus grande partie de la zone centrale sont beaucoup moindres que vers les extrémités.

Les phénomènes varient suivant l'état d'avancement des travaux. Au début (aire partielle), il y a de très fortes compressions dans la partie centrale et elles vont en s'atténuant. Dans l'aire d'action complète, elles deviennent moins fortes que les extensions. Dans l'aire surabondante, il y a sur chaque zone de bord des extensions bien marquées et dans la partie centrale, une zone de tassement sans efforts horizontaux.

^(*) Mémoire paru dans le tome II de «Der Deutsche Steinkohlenbergbau». Essen 1956, pages 593/409. 16 fig.



EXPLOITATIONS SUD ET NORD

Fig. 2. - Forme finale dans le sens de l'avancement.

L'allure des courbes change d'aspect au cours de l'avancement des tailles.

Angles limites et angles de cassure.

Les premières observations ont fait adopter pour l'angle limite la valeur 54° avec un écart maximum de ± 5°. Cet angle doit varier suivant la proportion de roches dures dans les morts-terrains. D'après Grond (1926), dans le terrain houiller moyen (2 de schiste pour 1 de grès), l'angle de limite et l'angle de fracture se confondent et la valeur moyenne est de 75°. Dans les terrains meubles, l'angle limite n'est que de 50°.

Lorsqu'on a commencé à exploiter les couches supérieures en réserve à peu de profondeur sous les

morts-terrains, on a trouvé 50°.

Dans un cas particulier, exploitation à 210 m de profondeur dont 145 m de morts-terrains, on a déterminé l'angle limite dans six directions différentes à partir de l'angle du panneau exploité

- a) dans l'hypothèse du raccordement rectiligne :
 51 à 56° moyenne 54;
- b) dans l'hypothèse d'une ligne brisée. l'angle dans le houiller étant de 75°, l'angle dans les mortsterrains serait compris entre 48 à 51°, moyenne 49,7. En plan, la ligne de raccord entre les deux directions à angle droit ne diffère guère de l'arc de cercle.

Début et fin des mouvements du sol.

Les observations ont été suivies pendant 4 ans : la durée maximum de l'affaissement décernable pour des exploitations à 210 m de profondeur est de deux ans. On y distingue deux phases : celle de l'affaissement au moment de l'arrêt définitif du chantier, celle de l'affaissement résiduel. La vitesse de l'affaissement dépend de la vitesse d'avancement du front.

Dans un premier exemple (fig. 3), vitesse lente, 19 m par mois, on a constaté les premiers indices dès le 1^{er} mois, le démarrage net à partir du 4^e mois. Au moment de l'arrêt, au 15^e mois, l'affaissement au centre du panneau était de 93 % et les 7 % restants ont été complètement amortis après 6 mois.

Dans un 2° exemple (fig. 4), vitesse d'avancement 51 m par mois, on n'a rien décélé à la surface pendant les 4 premiers mois, puis la descente s'est faite à allure accélérée, l'affaissement au moment de l'arrêt était de 95 %. La vitesse maximum au 13° mois a été de 6 mm par jour au lieu de 2,4 dans le 1° cas.

Taux de l'affaissement.

On entend par là le rapport entre l'affaissement maximum constaté et l'épaisseur de la veine. Il dépend de la profondeur et du mode de remblayage plus ou moins complet.

Les résultats moyens des observations faites par Schulte jusqu'en 1952 par mesure directe de la compressibilité des remblais au fond ont donné les résultats suivants:

remblai	pneumatique	47 %
	à main	50 %
	mécanique	53 %
	fausses voies	70 %
foudroyage		95 %

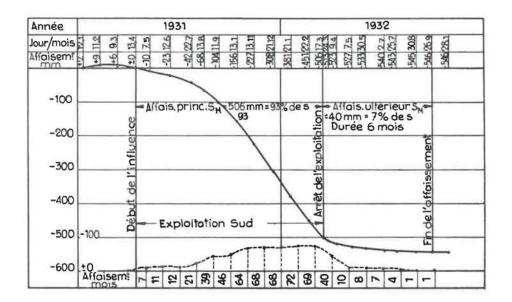
Mais les écarts sont très considérables qui peuvent aller du simple au double dans le cas de remblai à main et 15 à 20 % de la moyenne dans les autres systèmes.

Schulte attire l'attention sur un fait mis en évidence par ses mesures. La convergence des épontes n'est pas uniforme dans toute l'étendue d'un panneau pris entre deux piliers en ferme; elle varie entre 35 % sur les bords et 54 % au centre. Il en résulte qu'on a souvent surestimé le coefficient moyen de l'affaissement à la surface, ce qui peut entraîner une erreur dans le calcul des prévisions. Cela explique aussi des discordances entre les mesures en différents points de la cuvette et la dispersion des résultats des valeurs du taux d'affaissement.

Déplacements horizontaux.

Les figures donnent les trajectoires d'une douzaine de points entre la surface et le fond de la cuvette pour un chantier avançant d'une manière continue dans le même sens. Dans tous les cas, ces trajectoires tournent autour de la verticale dans la partie centrale tandis que sur les bords, elles inclinent vers le centre de gravité momentané du panneau; l'obliquité est en moyenne de 45°.

Même dans une cuvette à fond très plat, il est exceptionnel que la position finale d'un point coincide avec l'aplomb du point de départ. Ces constatations avaient déjà été faites par Niemczyk et il n'existe aucune relation mathématique simple entre l'affaissement et les déplacements horizontaux.



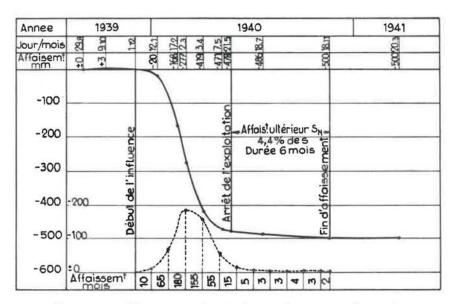


Fig. 3 et 4. - Affaissements en fonction du temps (petite ou grande vitesse).

En ce qui concerne la région de la rive gauche du Rhin, l'auteur donne les résultats des mesures faites le long des trois lignes d'observation du plan et les rapports entre les affaissements verticaux (s) et les déplacements horizontaux (v). Il en résulte clairement que dans les deux zones de bord, le rapport v/s est compris entre 0,8 et 1,2 et qu'il diminue progressivement à mesure qu'on approche de la zone centrale où il tend vers zéro. Le passage au point neutre ne se marque pas aussi nettement dans les trois cas.

Cela peut tenir à ce que la ligne de coupe n'est pas exactement normale à la direction de la couche.

En comparant les observations avec les résultats calculés d'après la formule de Beyer, on constate des divergences considérables entre les deux colonnes de chiffres.

En résumé, ces observations sont valables en gros, mais laissent subsister une certaine incertitude sur l'interprétation des détails.

La synthèse d'essence échoue (1)

En dépit de sa réussite sur le plan technique, l'usine « Amoco Chemicals » de synthèse d'essence à partir de gaz naturel est fermée pour raisons économiques.

La première usine mondiale destinée à la production d'essence et de produits chimiques de synthèse, à partir de gaz naturel, vient d'être à nouveau fermée. Le propriétaire actuel de l'usine, l'« Amoco Chemicals», déclare qu'elle constitue un succès technique, mais un échec économique. Son fonctionnement durant l'année écoulée a montré que, dans les conditions actuelles du marché, elle ne pouvait pas produire l'essence et les produits chimiques, à partir du gaz naturel, à des prix compétitifs.

La société mère de l'Amoco, la Standard Oil Cy, déclare que la fermeture de l'usine aura pour effet immédiat de réduire les bénéfices nets de 1957 d'environ 5 millions de dollars. Ceci sera partiellement compensé par le fait que la fermeture de l'usine supprimera un certain nombre de pertes d'exploitation. Elle permettra également d'éviter la nécessité d'investissements nouveaux et importants qui seraient nécessaires pour tenter d'améliorer la rentabilité de l'usine.

Cette usine de synthèse, de Brownsville (Texas), a constitué un champ d'expérience assez coûteux pour un certain nombre de sociétés. Elle a été édifiée en 1950 par la « Carthage Hydrocol », aidée par un prêt de 18,5 millions de dollars de la « Reconstruction Finance Corp ».

Des difficultés techniques ont contraint la « Carthage Hydrocol » à arrêter son exploitation en 1953.

La « Carthage » avait été formée par neuf compagnies en vue de la construction de cette usine. Sa capacité initiale devait permettre la conversion journalière de 2.550.000 m³ de gaz et 7.900.000 m³ d'air pour produire 950.000 litres d'essence, 143.000 litres d'huile Diesel, 32.000 litres de fuel et 135 tonnes de produits chimiques.

L'usine d'oxygène de Brownsville est considérée comme la plus importante de la région, avec une capacité journalière de 1.400.000 m³.

Lors de la construction de l'usine, la Stanolind Oil and Gas, une filiale de la Standard Oil, passa contrat pour l'achat de l'ensemble des sous-produits solubles et elle installa une usine voisine en vue du traitement de ces sous-produits. Cette usine, érigée également en 1950, était conçue pour la séparation et le raffinage des alcools, acides, aldéhydes et cétones.

Une troisième unité fut également construite à Brownsville par l'U.S. Industrial Chemicals comme point de départ des produits chimiques vendus par l'U.S.I.

En juin 1953, l'usine de synthèse fut fermée par la « Carthage Hydrocol », sans jamais avoir atteint plus de 50 % de la production prévue. Les propriétaires cédèrent l'affaire à la Reconstruction Financial Corp, qui détenait une créance hypothécaire s'élevant encore à 17,5 millions de dollars.

La Stanolind, avec son usine voisine de traitement des sous-produits et le R.F.C. avec sa créance, risquaient de perdre beaucoup en cas d'arrêt définitif de l'usine. Un arrangement intervint entre les deux sociétés pour permettre à la Stanolind d'étudier l'usine tout en conservant une option sur le fonds de la « Carthage ». En mars 1954, la Stanolind usa de cette option et se porta garante du remboursement à la R.F.C. Elle acheta également les installations de l'U.S.I.

Depuis cette époque, les installations furent restaurées: L'usine d'oxygène reçut une nouvelle isolation thermique et de nouveaux équipements d'échange de chaleur. Un nouveau générateur de gaz de synthèse fut construit et le générateur originel fut modifié et réparé. Le système de préparation des catalyseurs fut modifié et on y ajouta une nouvelle unité de traitement des catalyseurs. Les réacteurs de synthèse furent équipés de dispositifs internes de refroidissement et d'un nouveau type de filtre catalytique.

Avec l'avancement des opérations, de nouvelles transformations apparaissaient comme nécessaires. Bien que la plupart des problèmes techniques et opératoires aient été résolus, l'usine n'arriva jamais à un régime de fonctionnement continu.

Durant cette période, l'usine subit également plusieurs changements d'appellation. En 1955, Stanolind changea le nom de « Carthage Hydrocol » en « Hidalgo Chemical » et plus tard en « Amoco Chemicals ».

Amoco déclare à présent que la mise en ordre de production demanderait un an de plus que prévu en 1954 et exigerait des investissements et des frais de fonctionnement plus importants que prévu.

Elle ajoute que la fermeture de l'usine de Brownsville lui permettra de concentrer son effort sur son programme de développement en pétrochimie, Elle a une usine à Texas City, une usine près d'être achevée à Seymour (Indiana) et elle est en train de construire à Joliet (Illinois) une usine d'oxydation d'hydrocarbures d'une valeur de plusieurs millions de dollars.

⁽¹⁾ Traduit de la revue américaine «C and En », 30 septembre 1957.

Congrès sur les gisements de gaz naturel en Europe occidentale

Milan 1957 Compte rendu par G. COPPA-ZUCCARI

Le Congrès sur les gisements de gaz naturel en Europe occidentale, organisé par l'A.G.I.P. Mineraria affiliée à l'E.N.I., a eu lieu à Milan, du 50 septembre au 5 octobre 1957.

Après une brève introduction du Secrétaire Général du Congrès, l'Ing. Rocco, le Prof. Arangio-Ruiz, au nom de l'Académie de Lincei qui avec l'E.N.I. organise le Congrès, souhaite la bienvenue aux congressistes; il insiste sur le fait que le secteur des hydrocarbures, bien plus que tout autre secteur de la recherche, concentre actuellement les intérêts culturels, économiques et politiques de la science et de l'industrie, dans un commun effort visant à donner à l'Europe le maximum d'indépendance.

Le Député E. Mattei, Président de l'E.N.I., prend ensuite la parole. L'industrie du pétrole, dit-il, permet particulièrement bien d'apprécier l'immense progrès scientifique et technique qui a été réalisé au cours des derniers siècles. Les actes de ce congrès constitueront un guide précieux pour les savants qui se consacrent à la recherche des hydrocarbures et tout particulièrement des hydrocarbures gazeux, aussi bien en Italie que dans l'Europe entière. En organisant ce Congrès, l'E.N.I. a voulu répondre aux critiques d'exclusivisme culturel qu'on lui adressait et satisfaire à une de ses obligations fondamentales, soit d'encourager les études et recherches relatives aux hydrocarbures.

Le Sous-Secrétaire d'Etat Scaglia, au nom du Gouvernement italien, déclare ouvert le présent Congrès.

Le Président du Congrès, le Sénateur M. Gortani, présente ensuite son rapport général intitulé « Notes géologiques concernant les gisements de gaz naturel de l'Europe occidentale ». Il en résulte que l'on peut trouver des gisements d'hydrocarbures dans les masses sédimentaires de tout âge et de toute formation géologique, pourvu que l'on rencontre les conditions fondamentales de structure favorable, c'est-à-dire des couches imperméables renfermant des couches poreuses imprégnées. Il

constate ensuite combien les recherches de ces structures, ainsi que les nombreux forages à grande profondeur, ont servi à la géologie.

Les travaux de la première section commencent par un rapport sur la « Paléologie du Zechstein », présenté par le Prof. G. Richter-Bernburg de l'«Amt für Bodenforschung » de Hanovre. L'orateur présente une synthèse précise et détaillée de l'histoire géologique de l'Allemagne au cours de cette période du Zechstein, c'est-à-dire de la fin du Paléozoïque.

L'exposé du Dr. Brand sur « Les gisements de Zechstein localisés dans la Saxe méridionale » a trait aux caractères productifs de ces mêmes formations.

Le rapport du Dr. W. Kessler, de la Société Deilmann G.m.b.H., sur le « Gisement de gaz naturel de Bentheim », traite tout particulièrement des conditions chimico-physiques (qualité du gaz, pression, rapport gaz-eau) propres à ce gisement. La tectonique est assez accidentée à cause des fractures et des « pièges » qui en résultent.

Le Dr. Brand reprend la parole pour présenter un rapport intitulé « Stratigraphie et tectonique des champs gazeux de Rehden ». La stratigraphie est très régulière dans la partie inférieure allant du Paléozoïque supérieur jusqu'au Jurassique supérieur, tandis que la partie supérieure présente de nombreuses anomalies sédimentaires. Le champ a été étudié avec beaucoup d'attention dans ses aspects géologique, pétrographique et chimico-physique, afin d'arriver à établir les meilleures corrélations entre les différentes zones. La surface productive est d'environ 1.000 ha, la production mensuelle d'environ 15 millions de m³.

Ensuite le Dr. E. Straub, de la « Gewerkschaft Elwerath» à Hanovre, fait un exposé sur le «Champ de gaz naturel de Stockstadt», qui se trouve dans la partie septentrionale de la vallée du Rhin. L'orateur parle des explorations géographiques (gravimétriques et sismiques), de la stratigraphie, de la tectonique, des roches magasins qui appartiennent au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur, des

carottages électriques etc... 27 puits sur 30 se sont révélés productifs, la production mensuelle des trois champs est de l'ordre de 4,5 millions de m³.

Le jour suivant, la délégation française entame la série de ses rapports. Mr J. Schoefler et Mr Vacher, de la «Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine», parlent du gisement de Lacq et exposent comment l'on est parvenu à saisir l'évolution de la structure géologique du gisement grâce aux données fournies par les forages et quelles difficultés il a fallu surmonter au cours du forage et de l'établissement des puits. Les auteurs donnent un exposé très intéressant des moyens grâce auxquels les techniciens français ont résolu les difficiles problèmes techniques et d'organisation afin de pouvoir exploiter cet important gisement.

L'ing. Bugnincourt présente ensuite le rapport du groupe de chercheurs de la Régie Autonome des Pétroles (P. Michel et collaborateurs) sur le gisement de Saint-Marcet. Depuis 15 ans déjà, celui-ci alimente sans interruption de nombreuses industries de la région pyrénéenne et du bassin d'Aquitaine. Le rapporteur expose en détail la situation géologique, les problèmes pétrolifères, ainsi que la méthode particulière adoptée pour évaluer les réserves.

C'est au tour de M. C. M. Adcock, de la « British Petroleum », de parler des caractères généraux de la recherche et de la production de gaz naturel en Grande Bretagne. Il fait part du résultat d'un plan quinquennal pour la recherche et l'exploitation de gaz naturel en Grande Bretagne. Il est peu probable que l'on parvienne à découvrir des gisements très vastes, mais il paraît raisonnable d'espérer qu'il existe des champs suffisamment importants pour en permettre l'exploitation industrielle (notamment en Ecosse, dans le Yorkshire et dans le Linco!nshire).

Enfin le Dr. J. W. R. Bueren, de la «Nederlandse Aardolie Maatschappij, Oldenzaal», présente son rapport sur la «Stratigraphie de la formation du Zechstein du Permien supérieur à l'est des Pays-Bas». La plupart des gisements se trouvent dans une formation contemporaine des formations analogues qui se sont révélées productrices en Allemagne. Ce rapport donne pour la première fois une description détaillée de la lithologie et de la stratigraphie de la partie néerlandaise du bassin d'évaporation du Permien supérieur et est basé sur les données obtenues à l'aide des forages effectués au cours des trente dernières années.

En ouvrant la troisième journée du Congrès, le Dr. F. Schippek, de la « Oesterreichische Mineralölverwaltung », présente son rapport sur les caractères géologiques des principaux gisements existant dans son pays et dont la plus grande partie se trouve dans le bassin de Vienne, entre les contreforts des Alpes orientales et les Carpathes. Il retrace l'histoire de la recherche d'hydrocarbures en

Autriche et observe que, d'après des expériences, il semblerait exister une certaine corrélation entre la nature des terrains productifs et la distribution des hydrocarbures.

Le rapport suivant du Dr. Tisler, de la Saverni Geoloski Zavod à Belgrade, sur les « Gisements de gaz naturel en Yougoslavie », est écouté avec grand intérêt, puisque c'est la première fois que les données concernant la production yougoslave en hydrocarbures gazeux sont présentées dans un congrès international.

Le Dr. U. Colombo, du Laboratoire géochimique de la Société Montecatini, parle ensuite de la contribution d'une importance déterminante que le laboratoire chimique peut apporter à la recherche et à la production des hydrocarbures gazeux.

Le Dr. S. Bronzini, de la même Société, rapporte les données relatives à la recherche exécutée dans certaines zones du littoral ionien. Après la révision de l'abondant matériel géologique et géophysique recueilli, il sera possible d'évaluer plus précisément les possibilités de cette zone.

L'ing. G. Minucci, de la « Societa Idrocarburi Nazionali », présente ensuite son rapport sur le gisement de gaz naturel, situé dans le lieu dit « Castel dell'Alpe », à 50 km au Nord de Florence. La recherche d'hydrocarbures dans les Apennins présente un grand intérêt, tant du point de vue scientifique que du point de vue pratique et industriel. Une prospection systématique pourrait révéler des gisements d'une certaine importance.

Au nom de la « Società Petrolifera Italiana », le Dr. Previdi parle ensuite du bassin de gaz naturel de Montalbano-Malalbergo, entre Bologne et Ferrare, et résume brièvement les caractères techniques de cet abondant gisement.

Le rapport du prof. Del Piaz, Directeur de l'Institut Géologique de l'Université de Padoue, donne les caractères géologiques du bassin quaternaire du Polesine et de la zone de Ferrare. A propos des affaissements de terrain, l'orateur incline à attribuer à ce phénomène des causes naturelles.

La même thèse est soutenue par l'orateur suivant, le prof. Morelli, Directeur de l'Observatoire Géophysique de Trieste, qui donne en exemple certaines localités situées dans le delta du Mississipi.

Le prof. Selli, de la Faculté de Géologie de l'Université de Bologne, se référant à la discussion sur l'origine du gaz dans le bassin du Polesine-Ferrare, avance l'hypothèse d'une naphtogenèse dans les couches d'argiles et sables du quaternaire inférieur.

Le Dr. Jaboli de l'A.G.I.P. Mineraria, signale à ce sujet certains faits qui supposeraient l'existence d'une migration latérale.

Le prof. Marchesini demande s'il existe des éléments de corrélation entre la position stratigraphique du gisement et la composition du gaz. L'ing. Rocco, de l'A.G.I.P. Mineraria, répond qu'on ne peut pas encore établir une règle absolue sur ce point. Pour les gisements plus profonds de la vallée du Pô (Cortemaggiore, par exemple) on a pu constater, toutefois, un plus fort pourcentage en hydrocarbures supérieurs.

Au cours de la dernière séance du Congrès, l'A.G.I.P. Mineraria présente une série de rapports sur les caractères géologiques et minéraux du soussol de la Plaine du Pô. Les aspects plus importants de toutes ces études ont été résumés en trois conférences.

Dans la première, le Dr Tedeschi traite de la « Stratigraphie de la Plaine du Pô ». Ensuite, le Dr. Lucchetti parle sur la « Tectonique de la Plaine du Pô », et enfin le Dr. Storer est invité à lire le rapport de la Section Géochimique de l'A.G.I.P. Mineraria consacré aux « Tassements des sédiments argileux dans le bassin du Pô ».

A propos de ces tassements, le savant canadien W. M. Gussov, souligne l'importance de ces études et expose les éléments de son hypothèse sur la migration et l'accumulation des hydrocarbures dans les bassins.

L'ing. Rocco présente un rapport sur les « Gisements de gaz naturel de la plaine du Pô», qui retrace toute l'histoire des diverses phases de la recherche et des forages dans les différentes formations de terrains sédimentaires de la vallée du Pô.

En plus, il indique les objectifs et le programme de la recherche en cours, qui sera grandement facilitée grâce aux nombreuses connaissances géologiques générales et particulières que l'A.G.I.P. Mineraria a acquises dans toute la Plaine du Pô.

Ensuite le prof. Desio, Directeur de l'Institut Géologique de l'Université de Milan, prononce une brève allocution pour adresser ses remerciements chaleureux à l'E.N.I., et en particulier à l'A.G.I.P. Mineraria, pour la générosité avec laquelle ils ont ouvert leurs archives et permis ainsi, pour la première fois, une vue précise et sûre des structures reliant les Alpes aux Apennins. C'est là un exemple de collaboration volontaire entre l'industrie et la science qui devrait être suivi par toutes les industries italiennes d'extraction.

Pour conclure les travaux, le Sénateur Gortani se félicite de ce que l'on ait pu obtenir, pour la première fois, un panorama complet de la situation européenne en matière de gisements de gaz naturel. Il se déclare particulièrement reconnaissant envers tous ceux qui ont bien voulu prendre part au Congrès et il remercie les participants de toutes les nations qui, même sans être intervenus directement dans les discussions, ont voulu y assister et démontrer ainsi le grand intérêt qu'ils portaient au Congrès. Il exprime enfin l'espoir que cette collaboration puisse continuer dans l'avenir pour le bien de toutes les Nations libres et de la civilisation.

Sélection de fiches d'Inichar

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

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

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

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 44

Fiche nº 19.187

W. SCHAEFFER. Erkenntnisse aus neueren geoelektrischen Untersuchungsergebnissen. Notions déduites des résultats de prospections géoélectriques récentes. — Glückauf, 1957, 14 septembre, p. 1156/1167, 12 fig.

C'est une conception erronée de croire que le procédé sismique et les autres procédés récents de prospection ont détrôné les procédés géo-électriques. Un tableau des recherches effectuées de 1949 à 1955 montre qu'en effet le procédé sismique se développe bien : 2 % en 1949 et 4.7 en 1955, mais les procédés électriques sont passés dans le même temps de 22,1 ¹⁰% à 32,5 %, l'accroissement en valeur absolue est donc 4 fois plus élevé. L'auteur montre les résultats que peuvent donner trois procédés spécialement recommandables dans les mines.

La prospection verticale par la méthode des quatre points (mesure des potentiels électriques à la surface entre quatre points; variantes Schlumberger, Wenner, Osterneier). On ausculte ainsi la profondeur de terrain correspondant de 1/2 à 1/3 de l'écart des sondes de mesure que l'on fait varier. La prospection horizontale est peu différente du précédent, il suffit d'intervertir électrodes et sondes de mesure, ces dernières sont tenues à distance constante et déplacées entre les électrodes; on obtient ainsi les variations par rapport à la position en surface. Enfin, il y a le procédé rapide et peu coûteux des ondes induites à haute fréquence, découvert par l'américain E. Cloos il y a une trentaine d'années : la disposition des électrodes est la même que précédemment, mais au lieu de courant continu on emploie un générateur à tubes qui crée un champ primaire de haute fréquence ; ce dernier, à la rencontre de matières conductrices dans le sol, induit un champ secondaire qu'on reçoit sur les sondes et amplifie avant de l'envoyer dans un galvanomètre ou un enregistreur. Ce procédé accuse spécialement les variations de conductibilité du sol à la rencontre d'un dérangement. Les trois procédés se complètent mutuellement et peuvent être utilisés simultanément. Dans les cas difficiles, on doit les combiner avec les observations des procédés classiques par trous de sonde, fouilles, gravimétrie, etc...

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 110 et B 117

Fiche nº 19.323

E. DESSALLES. Creusement des puits à grande vitesse d'avancement. — Annales des Mines de Belgique, 1957, septembre, p. 906/911, 5 fig.

L'auteur a fait l'an dernier un voyage en Afrique du Sud où les grands avancements réalisés en creusement de puits l'on fortement intéressé. Depuis, l'ingénieur en chef à Vaal Reef, M. Brink, a publié une note sur le sujet, enfin il y a eu les communications au Congrès du Centenaire de l'Industrie Minérale: A. Cundill (cf f. 12.900 - B 110), J. S. Hay (cf f. 17.271 - Q 134) et Th. Seldenrath (cf f. 16.622 - B 110). Eu égard à cette documentation, l'auteur émet un certain nombre de remarques qui seront certainement prises en considération dans les fonçages futurs en Belgique.

Les grands avancements sont imposés par l'économie importante qu'on réalise ainsi sur les intérêts des capitaux non productifs. Le grappin de Vlakfontein, en mai 1953, a battu beaucoup de records (178 m/mois). Toutefois à Vaal Reef M. Brink signale 180 m avec chargement manuel. En fait, les grands avancements sont conditionnés par: 1) un outillage général très puissant; 2) creusement et revêtement simultanés; 3) étude attentive du forage; 4) chargement mécanique ou étude bien détaillée du chargement à la pelle et personnel nombreux; 5) emploi de béton moyennement liquide distribué par tuyaux à l'arrière des coffrages.

L'auteur étudie en détail comment ces principes sont appliqués à Vaal Reef. En Campine, les conditions sont nettement différentes de l'Afrique du Sud. On se rapproche beaucoup plus des fonçages hollandais. Le Prof. Seldenrath recommande le creusement et le revêtement simultanés en laissant descendre le cuvelage le long des parois congelées avec intercalation de bitume entre cuvelage et sables durcis. Le procédé Honingmann à Emma IV, avec descente dans l'eau, a rencontré quelques difficultés dans les argiles. En conclusion : le gros outillage donne un prix de revient voisin des prix ordinaires, mais avec 4 fois plus d'avancement. Creusement et revêtement simultanés sont aussi indiqués. La difficulté c'est l'amortissement de ce matériel quand il n'y a qu'un puits en perspective.

IND. B 12

Fiche nº 19.248

W. STROH et W. STEIN. Geschweisste Walzstahltübbings. *Cuvelages en acier laminé soudé.* — Techn. Mitteilungen Krupp n° 2, 1957, juin, p. 47/56, 20 fig.

Jusqu'à la première guerre mondiale, les cuvelages se faisaient en fonte. Peu après cette guerre, le premier cuvelage en acier coulé a été réalisé (longueur 154 m). C'est en 1955-1956, qu'on a réalisé le premier cuvelage soudé dans la région du Bas-Rhin. Outre les avantages de haute résistance à la traction, compression et flexion, un grand allongement avant rupture, malléabilité et faible vieillissement, on peut maintenant assurer la liaison entre le cuvelage et le béton qui se trouve derrière. La technique du cuvelage soudé est exposée dans ses diverses variantes : cuvelage simple à épaisseur variable - cuvelage simple ancré selon divers types cuvelage double avec liaisons articulées - technique de la soudure et du contrôle par les ultra-sons. Exemple de cuvelage double entièrement soudé.

IND. B 25

Fiche nº 19.185

J. KLEINER et S. LUBINA. Schraubenförmiger Blindschachtausbau. Soutènement de burquin en pas de vis.
— Glückauf, 1957, 14 septembre, p. 1137/1148, 21 fig.

Le soutènement métallique est en burquin en voie de développement, il coûte encore un peu plus cher que le bois, mais présente de nombreux avantages (cf f. 10.172 - B 25). Ayant en perspective le creusement de 7500 m de burquins, pour les 5 prochaines années, avec une dépense de 5,5 millions de D.M. (66 millions de F. B.) pour le soutènement métallique, les auteurs ont estimé qu'il était possible de trouver un revêtement métallique plus économique que le cintre usuel et aussi plus résistant. On a étudié, sur modèle réduit au 1/10e, le comportement de la poutrelle en hélice comparativement avec le cercle. On désire que : 1) le soutenement contienne autant que possible la poussée du terrain; 2) conserve sa forme pendant le coulissement; 3) cesse de céder avant que les cages ne passent plus ; 4) à partir de ce moment résiste au maximum; 5) permette les changements de hauteur du puits. Vue et description de l'installation d'essai pourvue de poussoirs horizontaux avec micromètres mesurant le 0,01 mm de déplacement. On a ainsi contrôlé l'action de la poussée en un point - en 2 points superposés - sur une demi-hélice (quatre points de poussée) - sur une hélice entière (8 points) - sur 2 demi-hélices superposées - sur deux demi-hélices opposées à des niveaux différents - sur 2 hélices complètes. Les diagrammes des déformations sont donnés ainsi que pour les cintres : l'hélice correspond mieux aux exigences.

Au point de vue économique, on envisage trois cas pour le soutènement des 7500 m de puits : soutènement en cintres : coût 5.2 millions de D.M. - soutènement en hélice avec cadres indépendants d'armement : 3,89 millions de D.M. - soutènement en hélice avec guidonnage par câbles : 3,31 millions de D.M. La dernière disposition permet ainsi une économie de 35 %. Elle est en outre avantageuse à plusieurs autres points de vue dont la ventilation.

IND. B 31

Fiche nº 19.193

E. KIMMINS. Underground tunnelling; N.C.B. study and use of high-speed methods. Creusement de bouveaux; études du N.C.B. et emploi de méthodes à grands avancements. — Iron and Coal T.R., 1957, 20 septembre, p. 657.

La modernisation des charbonnages comporte le creusement de 4800 km de bouveaux en 15 ans. Un accroissement de vitesse dans ces creusements peut faire réaliser des économies de capitaux importantes. Pour cela il y a deux voies : la mécanisation du creusement au maximum et le perfectionnement des techniques actuelles. Quant à la première voie, le Central Engineering Establishment N.C.B. est en train de mettre au point un prototype de 5,4 m de diamètre pour le creusement et le chargement continu en roche dure. Dans la seconde voie, le N.C.B. a fait des études en Allemagne, France et travaux hydrauliques d'Ecosse, d'où il ressort que le secret des grands avancements réside dans un emploi étudié des machines et des hommes, dans une bonne organisation des disponibilités.

En application, le N.C.B. a décidé trois choses: organisation des préparatoires, avec un ingénieur en chef fort expérimenté dans les avancements rapides et des ingénieurs spécialistes dans les divisions et districts. Des bouveaux ont été désignés pour y utiliser les nouvelles méthodes de creusement rapide ; enfin, organisation de la formation des bouveleurs. De nombreux types d'équipement sont aux essais dont le forage électrique français, actuellement construit en Angleterre, aussi les machines rotopercutantes - pour le transport des terres, on utilise déjà les grandes berlines types (français et allemands) pour enlever en une fois le produit d'un tir. Conclusion: pour réussir, il faut en plus une organisation parfaite et la collaboration de tous, surtout des ouvriers qui utilisent les machines.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. C 21 Fiche nº 19.328
O. HYLLA. Grossbohrlöcher als Einbruch. Grands trous de sonde comme bouchon. — Bergbautechnik, 1957, septembre, p. 475/479, 10 fig.

Dans les mines de potasse, on prend les tailles de 20 m et des galeries de 6 m. Jusqu'en 1955, l'abattage, tant en galeries qu'en chantiers, se faisait par des mines en éventail. En janvier 1955, on a fait des essais pour desserrer la couche par de grands trous de sonde. Faute d'expérience, les premiers essais ne donnèrent pas les résultats attendus. Mais dès février, on parvint à réaliser le desserrage et, en mars, on pouvait démarrer systématiquement en galerie. Fin d'année, il y eut un temps d'arrêt en attendant l'outillage commandé. Au 31 mars 1957, 3500 m de galeries ont été creusés par ce procédé malgré la complication des postes inhérente à l'ex-

ploitation: le forage et le déblocage se font à deux postes séparés, l'entretien au 5°, la ventilation est difficile et il y a des dégagements de CO₂.

Deux procédés se sont surtout développés: quatre trous de sonde horizontaux superposés près d'une paroi avec des diamètres de 165 mm ou bien un seul trou de sonde à mi-hauteur également près d'une paroi et de 420 mm de diamètre. On agrandit le desserrage par des mines intermédiaires, puis on continue jusqu'à l'autre paroi, toujours avec des mines de bout. Il n'y a pas économie d'explosif, mais bien de salaires. Il faut toutefois des foreuses appropriées. Des photos montrent les grands fleurets rubannés et une foreuse sur chenille en action.

IND. C 4213

Fiche nº 19.171

J. GALLEY. Multi-jib power loading installation at Randolph colliery. Installation d'abatteuse-chargeuse à plusieurs bras à la mine Randolph. — Colliery Guardian, 1957, 12 septembre, p. 335/337.

La mine Randolph ayant épuisé ses autres couches, on est passé à l'exploitation de la couche Marshall Green de 51 cm d'ouverture, pendage 9°. D'accord avec la représentation ouvrière en août 1956, on a décidé de mécaniser une taille de 72 m avec une haveuse A.B. de 300 mm à trois bras Hoy de 1,35 m, jeteuse de havrit à palettes et soc arrière de chargement. Dans la taille, il y a un convoyeur à bande Meco de 400 mm à brin inférieur porteur. La saignée a 400 mm de sorte qu'il reste environ 10 cm de charbon au toit qui tombe après coup. On coupe un pli de toit en face des deux galeries sur environ 3 m de longueur pour faciliter les manœuvres, les bosseyements au mur sont avancés au ras du charbon au poste de nuit.

On a rencontré quelques difficultés le premier jour (montage du soc trop précis, arrêt de la bande avec la jeteuse de havrit en marche), la bande aussi a donné quelques ennuis (le havrit refoulait la bande : on a accru la vitesse de la jeteuse, le brin supérieur était mal guidé : le charbonnage a fait un rapport spécial) ; au bout de 8 jours on atteignait la production normale. Avec un personnel de 15 hommes pour le chantier, on produit environ 550 t/semaine, soit un rendement de 5,9 t.

Un second chantier de 100 m de longueur a été organisé de la même manière et on y obtient un rendement de 5,100 t. Dans le premier chantier, le rendement atteint actuellement 4,4 t.

IND. C 4220

Fiche nº 19.1681 et 11

E. POTTS et P. SHUTTLEWORTH. A study on the ploughability of coal. *Une étude sur l'aptitude au rabotage du charbon.* — Colliery Guardian, 1957, 12 septembre, p. 311/315, 2 fig. et 19 septembre, p. 341/346, 3 fig.

Mémoire sur les facteurs intervenant dans l'effort de rabotage tels que : forme du taillant, direction du rabotage par rapport au clivage, vitesse de rabotage, propriétés du charbon, ainsi que leur effet. Des essais ont été effectués avec le rabot expérimental mis au point en collaboration avec P.D. Binns (cf f. 12.863^I - C 4220), dans les couches Plessey et couche au mur de Plessey, à la mine Ashington, ainsi que dans la couche au mur de Busty à la mine Morrison Busty. - La Bottom Busty est une couche rabotable bien connue (mais les deux Ashington sont connues comme les plus dures du Northumberland et du Durham). On a ainsi les extrêmes de la rabotabilité.

Théorie de la lame de rabotage: au moment où le copeau de charbon va se détacher du massif, il y a équilibre entre l'action du taillant sur copeau et de celui-ci sur le taillant. Par rapport à la verticale, il y a, en avant (en coupe de front) une droite faisant l'angle α de glissement du taillant sous le copeau (angle de ratissage) et, à l'arrière, une autre droite partant également de la pointe de l'outil et faisant vers l'arrière l'angle (90° — φ, où φ est l'angle de cisaillement par rapport à l'avancement). On a ainsi un ensemble de composantes normales et tangentielles qui se distribuent sur une circonférence avec, pour Ø, la force mesurant l'action du taillant ou sa réaction et des angles caractéristiques : α angle de ratissage, γ de frottement acier sur charbon et φ angle de cisaillement du charbon.

Description des essais: l'outillage a été décrit (cf f. 12.863^I) - des détails sont donnés sur la composition des couches et l'endroit des essais. On obtient des diagrammes approximativement rectilignes avec, en abscisse, la force de coupe en t, en ordonnée, le pourcentage de charbon abattu.

L'inclinaison des droites varie avec la profondeur de coupe, l'angle d'attaque et l'angle du coin. Les essais dans chaque couche sont étudiés séparément.

Comparaison des couches: des essais avec différents angles d'attaque des taillants montrent que l'on va vers une consommation minimum d'énergie bien définie pour chaque couche. C'est le taillant pointu avec lame qui donne les meilleurs résultats. La consommation d'énergie est la plus réduite entre 15 et 32 % de matières volatiles.

Influence du clivage : elle dépend de la couche, ainsi la couche Plessis est indifférente à l'orientation ; d'une façon générale le rabotage est le plus facile dans le sens du clivage, dans les autres directions, la force n'est pas la même à l'aller qu'au retour.

Infusion d'eau : elle diminue la force nécessaire au rabotage : un diagramme montre une chute rapide quand la teneur en eau augmente.

Le taux de réduction dépend du type de charbon.

Vitesse de rabotage : la force maximum est indépendante de la vitesse, la force moyenne augmente avec la vitesse. Au point de vue énergie : la valeur moyenne par kg de charbon abattu reste constante, l'énergie maximum par kg de charbon reste constante.

Les essais de rabotage ont permis de déterminer l'angle de cisaillage dans les différentes couches : l'orientation est donnée dans divers cas-

IND. C 4222

Fiche nº 19.259

W. HALEY et J. DOWD. Modified longwall mining with german coal planers. Summary of operations at five coal mines. Exploitation longwall modifiée, avec des rabots allemands. Résumé des travaux dans cinq charbonnages. — U. S. Bureau of Mines, R. I. 5355, 1957, août, 31 p., 15 fig.

L'expérience avait pour but de développer l'exploitation de couches minces, d'augmenter le rendement et de réduire la perte de charbon. Des rabots allemands et une méthode d'exploitation longwall modifiée ont été utilisés à cet effet. Depuis le début de l'installation, quatre rabots ont été ajoutés et plus de 1,5 million de t de charbon ont été extraites par les charbonnages. Cette adaptation de méthodes européennes à l'exploitation de couches américaines relativement minces (en dessous de 1 m) est décrite pour les cinq charbonnages en question : rabots, schémas des tailles, soutènement par étançons en acier et bêles articulées avec sabots en bois, convoyeurs blindés, résultats obtenus. Ceux-ci sont encourageants. Le matériel de soutènement peut être récupéré. L'étançon coulissant est généralement préféré. En général, le rabot permet de supprimer l'emploi d'explosifs. Il est moins avantageux en couches dures. Il s'accommode de quelques ondulations de la couche, mais peut occasionner des dangers d'électrocution quand l'eau est trop abondante.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. D 21 et D 221

Fiche nº 19.295

E. TINCELIN et SINOU. Exemple d'application des mesures de pression de terrain entreprises dans les mines de fer de Lorraine. — Revue de l'Industrie Minérale, 1957, septembre, p. 820/844, 22 fig.

Dans les méthodes avec stot de protection, l'exploitation est conduite en vue d'éviter les mouvements du sol à la surface tout en réduisant les pertes de minerai. L'auteur passe en revue trois méthodes qui ont été essayées : méthode des petits piliers - par dépilage alterné d'un traçage sur trois - par îlots : dépilage intégral d'une région aux dimensions limitées. Dans les trois cas, l'étude se ramène à celle du stot.

I. Implantation du stot.

II. Mesure de la résistance mécanique des roches.

III. Détermination des charges imposées aux bandes fermes ceinturant les stots : mesure - réalisation pratique - appareillage - réalisation et interprétation des essais - calcul de la charge sur les bandes fermes.

IV. Etude de la répartition des contraintes suivant l'épaisseur des bandes fermes : mesure des contraintes sur les parements d'une galerie - mesure à l'intérieur du massif : 1° à l'aide des ondes sonores - 2° par vérins hydrauliques plats - 3° par la mesure du diamètre d'un trou de mine - principe et discussion, démonstration en milieu élastique, puis en milieu plastique. Réalisation pratique de ces mesures.

IND. D 222

Fiche nº 19.174

O. OLSEN. Measurement of residual stress by the strain relief method. Mesure de la tension résiduelle par la méthode de détente de contrainte. — Quarterly of the Colorado School of Mines, 1957, juillet, p. 183/204, 15 fig.

Le principe de la méthode est simple : à la surface d'une roche soumise à des tensions internes, on trace un quadrillage et deux circonférences concentriques. On enlève ensuite au burin la roche comprise entre les deux cercles. On constate que le quadrillage intérieur ne concorde plus avec le quadrillage extérieur. Il suffit de surtracer le quadrillage extérieur sur la surface centrale pour mesurer l'écart dû à la détente en sens inverse des deux fragments. En pratique, le déplacement est faible et la mesure se fait par jauges de contrainte collées à la surface dans trois directions à 60° et une quatrième perpendiculaire de contrôle; on détermine ainsi l'orientation et la grandeur des tensions principales. Des mesures ont été effectuées dans plusieurs tunnels et contrôlées en laboratoire. En pratique, on fore des trous de sonde et les contraintes sont mesurées sur les carottes.

En roches hygroscopiques, il faut forer à sec. Il faut effectuer les mesures dans les 2 heures, après forage il faut aussi effectuer les lectures en double avec connexions renversées pour éliminer autant que possible certaines erreurs. Les plus importantes proviennent des variations de résistance des conducteurs, contacts etc... Il y a aussi les variations de température entre les diverses jauges, variation de capacité ou d'inductance (moins importantes).

IND. D 222 et D 710

Fiche nº 19.175

T. BERNATIS. Instrumentation experiments in underground mines. Essais d'appareils de mesure en mines souterraines. — Quarterly of the Colorado School of Mines, 1957, juillet, p. 205/223, 12 fig.

La première partie de l'article décrit l'exploitation du gisement de bicarbonate de soude de Green River (Wyoming). Cette roche appelée Trona (Na₂CO₃.NaHCO_{3.2}H₂O) contient 70,4 % de

carbonate de soude, sa dureté est 2,5 à 3 et le poids spécifique 2,11 à 2,14. Le gisement s'étend sur 78 km² et les réserves sont estimées à 300 millions de t. Découvert à la suite de recherches de pétrole, il se trouve à environ 450 m de profondeur, l'épaisseur de la couche varie de 2,10 m à 3,30 m. Au mur, il y a 3 m de schistes bitumineux et, au toit, il y a 120 m de schistes bentonitiques d'âge Eocène, en lits minces compressibles qui poussent et se brisent aisément; de plus, il y a du grisou sous pression à environ 6 m dans le toit. L'exploitation se fait par chambres et piliers, shuttle-cars et convoyeurs à bande. Production 2800 t/j à 3 postes, rendement 20 t/h (la ventilation atteint 125 m³/sec). Le soutènement se fait par boulonnage, celui-ci donne parfois lieu à des éboulements par suite de la fragilité du toit. En vue de la sécurité, de nombreuses recherches ont été effectuées avec des résultats partiels: le problème concerne moins le boulon luimême que son ancrage.

On a tout d'abord essayé les jauges de contrainte. On place des boulons à 3 m du front avec la jauge fixée à mi-longueur du boulon, on met des fils assez longs pour protéger l'enregistreur de la chute éventuelle du toit. On arrive à peu près au même résultat avec la plaque en caoutchouc (cf. 13.103 - D 712) avec une dépense beaucoup moindre. On se propose à l'avenir d'utiliser des géophones microsismiques. Le stratascope a été utilisé, la prise de photographies serait intéressante, mais la présence de grisou l'interdit. - Discussion.

IND. D 47

Fiche nº 19.219

C. TREHARNE JONES. Recent developments in powered support at the coal face. Progrès récents dans le soutènement marchant en taille. — Iron and Coal T.R.. 1957, 6 septembre, p. 537/547, 13 fig.

L'an passé (cf f. 16.202 - D 47), l'auteur avait signalé l'entrée dans une période d'expansion. Cela se vérifie à une allure forcément modérée : deux installations aux essais l'an passé, il y en a actuellement 9. Ce sont des tailles à trépan ou à abatteuses Anderton, c'est-à-dire à passes moyennes à grande vitesse. Le soutènement marchant Seaman est envisagé plus longuement parce qu'il équipe le plus grand nombre de tailles: il y a un type léger « square chock » plus flexible et un type lourd « Carlton » enfermé en carter rigide, il y a aussi un intermédiaire, le « Butterley » qui a été essayé avec bêle cantilever médiane unique, celle-ci n'a pas donné satisfaction; il existe deux autres types de têtes de soutènement, une légère à claire-voie avec cornières sur les deux files de piles pour recevoir des bêles cantilever, l'autre, rigide en caisson avec deux grandes rainures robustes en U pour recevoir les mêmes bêles. Plusieurs de ces types ont été en service pendant plusieurs mois, voire même 6 mois; il est trop tôt pour prévoir lequel prévaudra ou s'il

ne naîtra pas un quatrième type ayant la flexibilité du premier avec la robustesse du deuxième. Les premières bêles en poutrelles ont été remplacées par des tubulaires de section carrée, des bêles GHH utilisées en parallèle ont donné d'excellents résultats. Les essais semblent montrer que le système Seaman ne convient pas en zone fracturée. Dans un nouveau chantier, il vaut mieux démarrer d'abord avec des piles ordinaires et des étançons et installer ensuite le souténement marchant en allure régulière et en choisissant le type approprié. Le « Roof Master » a été décrit (cf. f. 18.541 - D 47) : il y a toutefois depuis un perfectionnement : la bêle n'est plus rigide, on a introduit un élément cantilever supplémentaire non supporté permettant de mieux suivre les irrégularités du toit. Le premier essai au fond fut négatif, actuellement une taille est en marche depuis 2 mois; les premiers résultats sont excellents. Le système Bolton « sans ouvrier dans la taille » a été essayé dans des conditions vraiment invraisemblables (caissons sous les étancons pour les rehausser, toit ébouleux et noyé), on prépare un nouveau chantier pour l'essayer.

Depuis l'an passé, il y a un nouveau né, le Dobson aux essais en Ecosse; files identiques à trois étançons; un seul progresse à l'avant, les deux autres suivent ensemble; bêle double à l'avant, une seule à l'arrière coulisse entre les deux autres.

IND. D 53

Fiche nº 19.300

F. KINZER et G. SCHMIT. Verwertung der Auspuffluft des Antriebsmotors von Blasversatzmaschinen als Blasluft. Utilisation de l'air d'échappement des moteurs de commande des remblayeuses comme air de soufflage.

— Glückauf, 1957, 28 septembre, p.1221/1222, 3 fig.

A la mine Luisenthal, dans la Sarre, depuis deux ans déjà, il y a plusieurs remblayeuses en service dont on utilise l'air d'échappement du moteur pour souffler les remblais. Les résultats sont tellement satisfaisants qu'il a été jugé utile de les signaler.

Avant le nouveau processus, on consommait 1500 m³ d'air aspiré/heure pour le moteur de 30 ch de la remblayeuse, en plus 7000 m³ d'air aspiré/heure à la pression de 5 atm pour le soufflage des remblais. Actuellement, par suite de la contrepression au remblayage, il faut un moteur de 50 ch pour la remblayeuse qui consomme 2500 m³ d'air aspiré/heure, mais la consommation de soufflage est réduite à 4500 m³ d'air aspiré qu'une soupape réductrice ramène à 2 1/2 atm, pression d'échappement actuelle du moteur.

Les avantages sont : 1° économie finale de 1500 m³ d'air aspiré/heure (soit 17.5 %); 2° réglage automatique du fonctionnement de la remblayeuse qui s'arrête quand la contrepression s'élève par suite d'un blocage; 3° suppression du bruit assourdissant d'échappement à la remblayeuse.

IND. D 710

Fiche nº 19.176

H. SCHMUCK. Theory and practice of rock bolting. Théorie et pratique du boulonnage. — Quarterly of the Colorado School of Mines, 1957, juillet, p. 233/263, 24 fig.

Aperçu général sur le développement du boulonnage - Théorie succincte du boulonnage ; le boulon contribue de 5 façons au soutènement : les bancs inférieurs du toit sont suspendus - il relie les bancs pour en former une poutre - il renforce l'épaisseur d'une voûte arquée - il empêche l'effritement d'un bouveau non boisé - il renforce les parois latérales contre la compression et le cisaillement - Types de boulons (à coin ou à cosses) - le garnissage de la surface: en treillis tôles perforées - métal déployé -Plans et programmes de boulonnage. Ce qui reste à faire - Pour résister au cisaillement, le boulon devrait mieux remplir son logement : boulons en bois - le Perfo suédois (cf 16.845 - D 712) - Un autre problème est de faire parler le boulon quand la tension devient dangereuse: il y a les jauges de contrainte (trop coûteux) - le contrôle périodique avec un indicateur de couple - le géophone et plus récemment la plaque de caoutchouc (cf f. 13.103 -D 712) et enfin la rondelle à ressort de la American Mine Supply Co: c'est une rondelle concave élastique en acier dont la déformation accuse la tension.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 0

Fiche nº 19.299

E. VERENKOTTE. Die Wirtschaftlichkeit von Abbaustreckenfördermitteln. L'économie des moyens de transport en galerie de chantier. — Glückauf, 1957, 28 septembre, p. 1213/1220, 4 fig.

Pour le transport en galerie, on dispose actuellement de : convoyeurs à bande, convoyeurs à écailles, bandes Höstermann, trains Hemscheidt, berlines ordinaires ou à versage latéral mues par locos à accus ou à air comprimé ou encore par chaîne traînante et pouvant servir au remblayage en concurrence avec le remblayage pneumatique. La question est de bien choisir. Tout dépend des conditions: il y a d'abord le tonnage journalier à transporter et la distance du transport (non la combinaison des deux, ou encore, le tonnage kilométrique moyen de la mine : sans utilité) ; cette longueur peut être constante ou varier fortement d'une époque à l'autre.

Il y a ensuite les conditions de travail : la galerie marche en avant de la taille ou bien elle avance en arrière de la taille et en même temps qu'elle, elle est droite ou bien elle suit les courbes de niveau, elle est horizontale ou bien il y a des variations de pente, la galerie est sujette à des poussées ou bien les terrains sont bons, ils sont humides ou

secs. L'auteur expose d'abord l'influence de ces conditions sur le choix de l'engin. D'autres conditions seraient encore à envisager : température, surtout en galerie humide, section de galerie, nombre de postes par jour de fonctionnement etc...

En s'en tenant aux premières caractéristiques indiquées, l'auteur donne deux tableaux à titre indicatif: l'un fournit les coûts maxima et moyens d'après le tonnage et la distance pour divers types d'engins. L'autre, à deux entrées, recommande un type d'appareil dans des conditions déterminées de performances et de situation. Un troisième tableau donne les dépenses en salaires comparées pour les bandes, les convoyeurs à écailles, les berlines avec locos ou traînage et pour diverses longueurs de transport.

IND. E 416

Fiche nº 19.226

G. MEIRSSCHAUT. La machine d'extraction automatique. -Bull. Scientifique de l'Assoc. des Ing. de Montefiore (A.I.M.), 1957, avril, p. 273/304, 21 fig.

L'évolution des moyens d'extraction vers l'automatisme, en vue de tendre vers le rendement maximum, d'accroître la sécurité, de réduire l'influence du facteur humain. Nécessité d'une régulation précise de la vitesse quelle que soit la charge et, pour cela, d'un contrôle permanent des accélérations et des décélérations, ainsi que du couple développé par le moteur. L'organe de contrôle, choisi par les A.C.E.C., les amplificateurs magnétiques : principe - construction - fonctionnement. Etude du fonctionnement d'une machine d'extraction automatique à skips et à cage. Les verrouillages de sécurité.

IND. E 444

Fiche nº 19.338

A. McCLELLAND. Deterioration and examination of colliery wire ropes. Les détériorations et l'inspection des câbles métalliques de charbonnages. - The Journal of Leeds University Mining Society, 1957, vol. 33, p. 41/47, 9 fig.

Les trois types de câbles métalliques employés : à torons ronds, à torons aplatis et les câbles clos, se comportent différemment vis-à-vis des causes de détérioration : usure, corrosion, fatigue, corrosionfatigue, fragilité superficielle, détérioration consécutive à une avarie.

L'usure peut être abrasive par frottement, ou plastique, par écrasement du métal. La fatigue résulte surtout des flexions, surtout en sens différents, ou d'une mauvaise confection de patte.

La corrosion-fatigue peut s'éviter par l'emploi de fils galvanisés ou par une limitation surveillée des causes de fatigue.

La corrosion a des effets internes souvent plus accentués que les externes.

La fragilité superficielle résulte d'une formation de martensite par suite d'échauffements au-dessus de 700° C pouvant affecter des fils soumis à un écrasement exagéré, échauffement suivi de refroidissement rapide. D'où fragilité et fissuration des fils.

Plus de la moitié des ruptures est due à la corrosion et à la corrosion-fatigue, 25 % à des pattes mal faites.

L'auteur décrit les différentes avaries et s'étend sur l'inspection et les recommandations auxquelles les préposés doivent accorder leur attention.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FONDS.

IND. F 25

Fiche nº 19.326

J. JOSSE. L'exploitation des couches à dégagement instantané de grisou : les longs sondages en veine. -Annales des Mines de Belgique, 1957, septembre, p. 923/934, 9 fig.

Dès 1951, au siège Ste Marguerite de Ressaix, l'auteur a eu l'occasion de recourir aux longs trous de sonde pour se protéger contre un dégagement instantané à prévoir alors qu'on s'approchait d'un crochon: l'emploi d'une sondeuse Nüsse et Gräfer et des trous de sonde de 130 mm ont donné de bons résultats: on a eu un dégagement qui a duré un mois. En 1954, à la recoupe de la couche 8 où l'on avait délaissé cette technique, on a eu des ennuis de sorte que, pour la couche 9, on a de nouveau eu recours à la méthode. Depuis, on l'applique également dans les montages en couche et l'on n'a pas eu de dégagement instantané. Enfin actuellement, la méthode est appliquée en taille : tous les dimanches, après troussage du front, on creuse 2 ou 3 trous de sonde de 135 mm de Ø et 12 à 15 m de longueur; il se produit de petits dégagements instantanés et des projections de 300 à 400 kg de charbon : la sondeuse est équipée d'un bouclier mé-

Bien entendu, le procédé s'intègre dans les méthodes habituelles de protection, qui sont rappelées au début de l'article, après des considérations théoriques sur les causes du dégagement instantané, ses caractéristiques et critères. Le tir d'ébranlement a été mis au point dans le bassin du Gard et introduit en Belgique en 1922 - le foudroyage en mines de 3e catégorie s'est introduit vers 1930 et donne de bons résultats. Il y a aussi des précautions à prendre dans l'ordre de prise des couches - l'emploi du soutènement métallique - la prohibition du marteau-

piqueur dans les couches dangereuses.

IND. F 411 et C 2359

Fiche nº 19.196

J. KLEINER et R. KORTE. Das Tränken und Auflockern harter Kohlenstösse im Hochdrucktränkverfahren. Injection et désagrégation de massifs durs par le procédé à haute pression. -- Schlägel und Eisen, 1957, septembre, p. 633/641, 19 fig.

Les conditions variées de gisement du bassin d'Aix-la-Chapelle, avec beaucoup de couches de petite puissance et sales allant de l'anthracite au charbon à gaz et des plateures aux dressants, font que l'on a été amené à étudier l'emploi de l'injection d'eau sous haute pression pour abattre les poussières, mais aussi pour faciliter le havage. Ces essais ont soulevé un certain nombre de problèmes techniques et conduit aux conclusions suivantes :

- les procédés d'injection discontinue (Jerusel et Hausherr), dans les couches d'anthracite ou anthraciteuses, produisent l'humidification du charbon, en même temps qu'une désagrégation qui facilite l'abatage;
- 2) les procédés continus (jusqu'à présent, seulement Nüsse et Gräfer avec pompes à haute pression de 3 à 20 ch) permettent en plus, même en couches feuilletées et failleuses, outre l'humidification, un desserage très accentué qui parfois donne un accroissement de rendement de 40 à 50 %, ce qui est par exemple le cas d'une taille à la mine Anna des Eschweiler Bergwerksverein où un tel accroissement a été constaté pendant une durée de 12 mois;
- 3) des essais pour provoquer l'abatage du charbon, effectués dans la même couche, n'ont pas donné de résultat. Comme les Anglais obtiennent de bons résultats avec cette infusion accompagnée de minage, on devrait pouvoir arriver au même résultat sans minage. A cet effet, 5 séries de recherches sont proposées.

IND. F 442

Fiche nº 19.255

J. CARTWRIGHT et J. SKIDMORE. An electron microscope study of airborne dusts in South Wales coal mines. Une étude au microscope électronique des poussières du courant d'air dans les mines du Sud du Pays de Galles. — Ministry of Fuel and Power Research Report 139, 1957, juin, 42 p., 9 fig., 4 pl.

On a étudié la poussière des courants d'air dans trois mines du Sud du Pays de Galles par le microscope optique et électronique. Il s'agissait de voir si les poussières de différents charbons pouvaient différer quant à leur caractère patogène. On a prélevé des échantillons dans une mine de charbon bitumineux avec un précipitateur thermique, et dans une mine de charbon pour chaudières, enfin dans une mine d'anthracite, dans les entrées d'air et à des endroits situés avant et après les sources de production de poussières. La répartition granulométrique a été obtenue par comptage au microscope optique et électronique. Dans la plupart des cas, la concentration des particules entre 0,06 et 5 microns dépassait 5000 par cm3. La répartition globale a été calculée et ses variations ont été étudiées à diverses phases des circuits d'aérage. A cet effet, on a distingué trois calibrages principaux : en dessous de 0,45 μ , de 0,45 à 1,3 μ et au-dessus de 1,3 \mu. Beaucoup de particules, parmi les plus fines et quelques-unes de grosseur moyenne, ont été identifiées comme pollutions. Elles étaient plus nom-

breuses dans les entrées d'air de la mine de charbon bitumineux que dans celle d'anthracite et les différences de concentration de particules inférieures au micron dans les retours d'air de ces mines ont été attribuées surtout aux différences de pollution des entrées d'air. On n'a observé aucune différence dans la granulométrie ni la forme des particules de charbon ou de roches de ces mines. Etant donné la pollution générale à tous ces charbonnages, le nombre des particules en dessous de 0,5 μ dans la mine d'anthracite et en dessous de 1 µ dans la mine bitumineuse, ne permet aucune conclusion quant au nombre des particules en dessous de ces dimensions, produites au fond. En tout cas, le nombre des plus fines particules est moindre dans les retours que dans les entrées d'air. Cette perte apparente en fines particules est plus grande là où on produit beaucoup de poussières. On n'a pas encore trouvé la cause du phénomène.

IND. F 721

Fiche nº 19.186

M. ROESNER. Schlagwettergeschützte Beleuchtungsanlagen unter Tage. Installations d'éclairage antigrisouteuses pour le fond. — Glückauf, 1957, 14 septembre, p. 1148/1155, 22 fig.

L'éclairage au fond par le réseau se développe beaucoup, les conditions de sécurité se sont fortement améliorées par l'emploi de coffrets antigrisouteux de formes et contenus divers. On distingue : 1) les installations fixes des salles de pompes et machines, des bouveaux et points de chargement et, d'autre part, 2) les installations qui avancent avec la taille.

- 1°) Jusqu'à présent, la prise du courant se faisait presque exclusivement par un coffret d'interrupteur de moteur alimentant un transfo d'éclairage allant à une ou plusieurs boîtes d'interrupteur d'éclairage. Actuellement, il y a des coffrets antigrisouteux qui contiennent tout l'appareillage. Dans les longues galeries, il y a économie de courant en équilibrant les connexions de lampes sur les trois phases.
- 2°) L'éclairage en taille est assuré par des câbles flexibles isolés au caoutchouc en longueurs de 20 m, connectées par fiches, l'écart des lampes est de 4 à 6 m. Ces circuits sont plus exposés aux dégradations et aux court-circuits : pour la protection du personnel, les surveilleurs d'isolement se sont beaucoup développés. Un des systèmes les plus simples est le dispositif Grümmer pour une phase (un écart important entre le courant d'entrée et de sortie du câble actionne un relais). Pour le triphasé, voir K. Wulsten (f. 14.791 - H 5314): un schéma est reproduit. Une disposition plus récente permet la détection rapide du défaut. Une installation complexe à plusieurs lignes est représentée. Pour la transmission de signaux lumineux en longues galeries, on utilise des sectionneurs automatiques (Kuppelgeräte) spéciaux qui permettent de multiples combinaisons.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES CHARBONS

IND. 1 24 et 1 44

Fiche nº 19.221

P. RABONE. The Phoenix hydro-cyclone. L'hydrocyclone Phoenix. — Journal of the South African Inst. of Mining and Metall, 1957, juillet, p. 724/732, 6 fig.

Description d'un hydrocyclone élaboré à la mine d'or Phœnix Prince de la Rhodésie du Sud à la suite d'études expérimentales de marche ayant abouti aux particularités présentées par l'appareil. Ces particularités sont : suppression du couvercle du cyclone, remplacé par un réservoir cylindrique compensateur de fluctuations de débit à sommet ouvert, adoption d'un tube plongeant pouvant être remonté ou abaissé (la position de l'arête inférieure du tube est le facteur principal du réglage) : adoption d'un tube de longueur réglable précédant l'ajutage du soutirat qui est aussi l'objet de modifications décrites. Cet appareil remplace les classificateurs initialement installés dans les circuits fermés de broyage primaire et secondaire.

Résultats obtenus. Application à l'épaississage. (Résumé Cerchar Paris).

P. MAIN-DŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. P 23

Fiche nº 19.181

A. BRYAN. The manager of yesterday and to-morrow. Le directeur d'hier et de demain. — Colliery Guardian, 1957, 19 septembre, p. 346/349.

L'auteur rappelle qu'il a débuté comme jeune serveur il y a juste 50 ans. Alors le directeur avait un petit état-major : le conducteur, le chef d'entretien, le chef de la surface et le caissier. Le poste de jour était de Ioin le plus important. Mais depuis, il y a eu bien des transformations : les couches puissantes et peu profondes sont épuisées, il a fallu compenser par l'accroissement de dimension des charbonnages et la mécanisation. Déjà vers 1950, un certain nombre de propriétaires avaient compris la nécessité de changer quelque chose à la direction. Il faut diriger plus de techniciens, il y a plus de surveillants, il faut de la psychologie de l'individu et des groupements, le contrôle demande plus de mesures et d'indices d'activité. Le directeur doit être entraîné aux contrôles budgétaires, aux prix standards, aux études du travail, à la recherche opérationnelle, à la présidence des assemblées consultatives. Un comité présidé par le Pr R. W. Rewans arrive aux mêmes conclusions.

Il ne s'agit pas nécessairement de diluer le commandement, mais de mieux utiliser le personnel existant avec un meilleur entraînement à l'emploi des outils modernes de direction. IND. P 25

Fiche nº 19.316

FEDERATION CHARBONNIERE DE BELGIQUE. Soyez le bienvenu. — 1957, 74 p., 44 fig.

Le charbonnage, par l'intermédiaire de son service d'accueil, adresse une cordiale bienvenue à l'ouvrier nouvellement entré, il lui souhaite une longue et heureuse carrière chez lui et lui fait confiance pour qu'il unisse ses efforts à ceux de toute la société dans un esprit de collaboration et de compréhension mutuelle. La belle brochure parle de ce qu'on attend de l'ouvrier - du pays qui l'accueille du charbonnage - de l'importance du charbon - de la fierté d'être mineur - de l'organisation de l'industrie et de la profession - des précautions à prendre pour sa sécurité. La brochure accompagne l'ouvrier dans sa visite aux principaux services de surface. Elle lui parle de ses droits et ses devoirs, de ce qu'il a à faire en cas de maladie ou de départ en congé. Elle termine par quelques considérations intéressantes : adaptation et formation - à bon travail bonne rémunération, sécurité sociale - pour les travailleurs étrangers : la vie en Belgique - l'installation de la famille - les allocations familiales pour les futures mamans.

Quelques renseignements à retenir. Conclusion : Travaillons ensemble !

IND. P 41

Fiche nº 19.325

L. NECHELPUT et H. HAUMONT. L'équipement des nouveaux bains-douches et bureaux du siège n° 19 des charbonnages de Monceau-Fontaine. — Annales des Mines de Belgique, 1957, septembre, p. 917/922, 5 fig.

Le nouveau complexe bains-douches bureaux du siège N° 19 est intéressant à de nombreux points de vue : architectural, économique, social.

A l'étage principal (au 1er) on trouve une salle de cours (pour le T.W.I.), les bains-douches, la salle de repos pour les ingénieurs, une petite buanderie pour ingénieurs et surveillants, les vestiaires et douches de porions, ouvriers du fond et adolescents, le milk-bar, le réfectoire et les vestiaires des ouvriers de surface. Au rez-de-chaussée, il y a les services annexes: bureaux, magasins, garage, etc. La lampisterie est placée au second, de là, une passerelle fermée la relie à la recette. Devant la façade principale, il y a un plan d'eau à 3 étages avec éclairage immergé. Au point de vue confort, on peut noter outre la passerelle fermée déjà signalée, l'utilisation d'armoires séparées pour vêtements de ville et de travail. Le chauffage des vestiaires par panneaux rayonnants du sol et de l'air pulsé avec thermostats de contrôle, l'extraction des buées des douches, un milk-bar à service double. Au point de vue économique et technique : il faut par h: 250.000 cal

pour les douches - 550.000 pour le chauffage statique et 450.000 pour le chauffage dynamique. A cet effet, on récupère partiellement les calories contenues nuisiblement dans l'air comprimé, le surplus nécessaire à haut potentiel thermique (plus de 80°) est fourni provisoirement à l'aide de vapeur vive des chaudières, dans l'avenir on utilisera de la vapeur de soutirage de la turbine de 115 MW d'Intersambre. La manipulation de ces calories implique des installations de prélèvement, accumulation et utilisation sommairement décrites et schématisées.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 1132

Fiche nº 19.287

X. Linton colliery reconstruction. Modernisation de la mine Linton. — Colliery Guardian, 1957, 26 septembre, p. 373/382, 13 fig.

Historique du gisement du Northumberland exploité dès 1255 par les moines de l'abbaye de Westminster, en 1325 on expédiait déjà ce charbon en France par Newcastle. Il y a 10 couches exploitables dont les réserves sont estimées à 700 millions de t. La mine Linton a appartenu à la Ashington Coal C°. Les deux couches supérieures sont à peu près épuisées, les travaux sont commencés dans Low Main (83 cm) en même temps qu'on exploite la couche 5/4 (ouverture 2,10 m).

L'article décrit surtout les nouvelles machines d'extraction aux deux puits et la circulation des berlines à la surface et au fond.

Les puits ont été équipés avec le guidonnage par rails pour des cages à une berline de 2 1/4 t. Profondeur d'extraction 153 m. Machines à tambours parallèles à courant alternatif de la Metropolitan Vickers C° (partie mécanique Robey et C°). Les tambours ont 3 m de diamètre, vitesse des câbles 7.78 m/sec, charge 2540 kg, puissance du moteur 350 ch à 356 t/min. Voltage 3300 V, freinage dynamique en courant continu fourni par redresseur à vapeur de mercure ; verrouillage automatique au démarrage avec les signaux et les taquets. Le puits n° 1 a 3.97 m Ø, le n° 2 a 4.27 m. Vitesse d'extraction: 89 traits/heure à chaque puits.

Le service simultané aux deux puits est assuré par un jeu de trois voies parallèles à celle de chacun des puits et des aiguilles de rebroussement automatiques. Il y a trois cabines de contrôle, l'encagement-dégagement est automatique, les aiguillages ordinaires sont télécommandés, le chef de circulation oriente les berlines vers l'un des trois culbuteurs à marche complètement automatique, ainsi que les sas d'aérage au puits n° 2 où l'on écluse deux berlines à la fois. La recette du fond est commune aux deux puits, l'encagement, la pesée des berlines aux deux puits sont automatiques; des locomotives assurent le service. Débit au puits n° 1 : 225 t/h, au puits n° 2 : 200 t/h. Plan des travaux dans la couche 5/4.

Bibliographie

Prof. Dr. Ing. W. GRUENDER. Aufbereitungskunde - Band II - Arbeitsmethoden im Aufbereitungslaboratorium. La science de la préparation des minerais - Vol. II - Méthodologie pour les laboratoires de préparation. — Reliure toile, format 16 x 22 cm, 528 p., 258 fig. et 27 tableaux - 1956, juillet. Editeur : Hermann Hübener Verlag, Goslar. - Prix : broché, 54 DM - reliure cuir, 56 DM.

Cet ouvrage n'est pas conçu en vue d'être un traité ou un manuel, mais plutôt un guide pour le travail expérimental et une base pour la formation du chimiste de laboratoire. Il s'adresse aussi aux spécialistes des procédés de recherche et aux technologues qui ont parfois besoin des méthodes de la préparation pour la solution de problèmes importants.

Il s'agit d'un domaine où les procédés sont très nombreux et parmi lesquels un choix judicieux s'imposait sans négliger aucune des méthodes de travail principales et tout en signalant certains procédés connexes intéressants. L'auteur s'est aussi attaché à normaliser et à simplifier les syllabus courants de laboratoires.

Après quelques pages de généralités sur les laboratoires de préparation, les bases de leur installation et des remarques sur l'exécution des recherches, l'auteur aborde la première partie du traité: Méthodes générales de recherches: échantillonnage, étude au microscope, appréciation des couleurs, poids spécifique, viscosité, humidité, teneur en cendres, pouvoir calorifique, matières volatiles, teneur en soufre, mesure du PH.

La seconde partie qui comporte 30 chapitres concerne les méthodes spéciales de recherche: granulométrie, analyse sédimentaire, surface spécifique, vitesse limite de chute, classement des poussiers en
nuages et en boues, le broyage, aptitude et résistance, appareils de laboratoire pour le concassage
et le broyage, influence de la forme des grains,
analyse par flottant et plongeant, appareillages divers pour dito, classement densimétrique des charbons et minérais, l'appareil de Büttgenbach, le traitement par tables à secousses et paniers classeurs,
le triage magnétique, la flottation, l'essorage, la sédimentation, la séparation des solutions très diluées,
l'emploi des ultra-sons, l'électrophorèse, l'étude des
propriétés thixotropiques.

L'ouvrage se termine par des remarques sur la conduite des recherches, l'évolution des procédés de préparation, l'exécution et l'utilisation des prises de réception. Bibliographie bien fournie et table alphabétique des sujets et des auteurs rencontrés.

Cet ouvrage sera certes bien accueilli par les ingénieurs qui s'intéressent à la préparation.

A. A. SKOTSCHINSKI et W. B. KOMAROW. Grubenbewetterung. La ventilation du fond. (Traduit du russe). Berlin, 1956 - 18 x 24 cm, 544 p., 282 fig. et 70 tableaux - V.E.B. Verlag Technik. - Prix, reliure tout cuir : 37 DM.

A présent, l'ingénieur qui se destine aux travaux du fond ne peut plus se contenter d'une connaissance superficielle de la ventilation; le traitement technique des problèmes, la climatisation, les propriétés et origines des différents gaz rencontrés dans la mine, les échanges de chaleur avec les terrains et la formation des poussières, sont des sujets qui doivent lui être familiers. C'est dans cet esprit que le présent ouvrage a été conçu.

Ce qui fait l'intérêt du texte, c'est que l'on part des lois physiques et qu'on en déduit les formules applicables à la ventilation d'une façon simple et intelligible. Les nombreux exemples tirés de la pratique affermissent le lecteur dans les connaissances théoriques.

Un autre aspect de cet ouvrage, c'est l'achèvement du sujet concernant la conduite de la ventilation. On y parle, par exemple, des recherches effectuées dans les laboratoires et les stations de recherches sur la valeur du coefficient de frottement a, et en annexe, les valeurs ont été calculées pour de nombreux cas rencontrés en pratique. Il en va de même pour les formules du débit d'air qui sont appliquées à de nombreux exemples. Un chapitre bien développé qu'on néglige généralement dans la littérature technique, c'est la question du contrôle économique du débit. Le mineur est ainsi mis à même de choisir le dispositif qui convient techniquement et économiquement à son cas particulier.

La première partie descriptive concerne une abondance de données sur l'atmosphère du fond, la composition des gaz, les compositions dangereuses pour l'atmosphère, les dégagements instantanés, les coups de grisou, les précautions contre l'oxyde de carbone et autres gaz dangereux (masques...), les poussières explosives et les poussières inertes provoquant la silicose, le climat du fond.

La seconde partie s'occupe des mesures et des lois qui règlent la ventilation. la ventilation naturelle, et les engins pour la ventilation artificielle : caractéristiques, ventilation en série, les pertes de la ventilation, la ventilation des travaux préparatoires, la technique des mesures et l'organisation du contrôle. La troisième partie utilise les connaissances déduites de la seconde partie à l'établissement des projets : calcul de la ventilation nécessaire pour une mine projetée, contrôle du débit à divers points de vue : dilution des gaz, vitesse du vent, température. Schéma de la ventilation et choix du ventilateur, calcul de la dépense.

Cet ouvrage convient aussi bien aux élèves des universités et des écoles techniques qu'aux ingénieurs pour l'étude de leurs travaux.

METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT.

Tableaux statistiques 1947-1956. Aluminium - plomb - cuivre - zinc - étain - cadmium - magnésium - nickel - mercure et argent. - 44º Publication, Frankfurt-am-Main, 1957. - Relié toile, 22 x 31 cm, 234 p.

Après le si bel ouvrage commémorant le 75^{me} anniversaire de sa fondation, la société reprend le cours normal de ses publications. Il s'agit de revues annuelles statistiques importantes établies d'après les statistiques officielles des différents pays : Bureau of Mines, Washington, American Bureau of Metal Statistics, New York, O.N.U., O.E.C.E., British Bureau of Non-Ferrous Metal Statistics, International Tin Council, Société Minerais et Métaux, etc...

On y trouve, groupés en des chapitres successifs : des tableaux mondiaux, des statistiques détaillées par pays, une statistique des prix depuis 1900. Dans l'introduction, l'allure de la production et du marché au cours de l'année sous revue est examinée avec diagrammes à l'appui.

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES. Statistiques électricité 1956.

Le Ministère des Affaires Economiques, Service de l'Energie Electrique, vient de publier, comme chaque année, les « Statistiques Electricité », relatives à l'année 1956. Les conclusions peuvent être résumées comme suit :

En 1956, la production nette d'énergie électrique a atteint 11.847 gWh, contre 10.949 gWh en 1955, accusant une augmentation de 898 gWh, soit 8,2 %.

On constate un léger accroissement de la quotepart de production des centrales hydrauliques (1,6 % de la production totale, contre 1,2 % en 1955) et une plus grande utilisation de combustibles dérivés du pétrole (fuel oil, gaz de raffinerie, etc...) laquelle correspond à 7.5 % de la production totale, contre 3,3 % en 1955. La part des gaz de hauts fourneaux n'a pratiquement pas changé et atteint 12,3 %; celle du charbon s'est réduite à 78,6 % en 1956 contre 83,1 % en 1955.

La répartition de la production par province s'est peu modifiée en 1956; le Hainaut et Liège ont encore produit 49,2 % de l'énergie totale (51,2 % en 1955) et 52,1 % de l'énergie des centrales interconnectées (54,6 % en 1955).

Les producteurs-distributeurs ont produit 55,14 % et les autoproducteurs 44,86 % de l'énergie totale.

En 1956, les centrales interconnectées qui comprennent celles des producteurs-distributeurs (58.9 %) et des autoproducteurs (41,1 %) ont produit 11.080,3 gWh (100 %), les centrales non interconnectées 766,7 gWh, soit au total 11.847 gWh, quantité précitée pour l'année.

Parmi les autoproducteurs des centrales interconnectées (41,1 %) la production des centrales communes U.C.E., des charbonnages et de la sidérurgie représente 40,5 % de la production totale des centrales interconnectées, soit la quasi totalité.

Depuis 1947, le solde des mouvements entre frontières est resté constamment importateur, sauf en 1953. En 1956, les échanges avec les Pays-Bas et la France accusaient, dans l'ensemble, un solde exportateur, alors que le solde importateur concernait l'Allemagne et le Grand-Duché de Luxembourg.

ANNALES DES MINES DE FRANCE

Décembre 1957

M. Laffitte rapporte d'une mission en U.R.S.S. des données très intéressantes sur le développement et l'enseignement de la Géologie ainsi que de la Recherche minière en Union Soviétique; il compare les efforts de ce pays dans ce domaine avec ceux de la France, et formule quelques propositions concrètes.

M. Perrot, après avoir rappelé les principes de la méthode de sondage à air comprimé, nous décrit les applications qui en ont été faites récemment par le Bureau de Recherches et de Participations Minières au Maroc, dans le cas de sondages peu profonds, puis dans celui d'un sondage plus difficile.

L'Etude d'optima en matière de laveries métalliques, effectuée par M. Leveau, propose une solution au problème du choix à opérer, lorsque l'on veut caractériser par un indice la marche d'une laverie métallique.

M. de Groller nous donne un aperçu de la place tenue actuellement par le pétrole dans l'économie soviétique.

Des notes de technique et sécurité minières, la chronique habituelle des métaux, minerais et substances minérales diverses et des notices bibliographiques complètent la livraison.

Communiqués

TROISIEME CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LA PREPARATION DU CHARBON

Bruxelles - Liège, 23-28 juin 1958, organisée par l'Institut National de l'Industrie Charbonnière

Comité d'Honneur:

M. M. J. Ankeny, Directeur de l'U.S. Bureau of Mines, Washington : Etats-Unis.

M. L. Canivet, Président de la Fédération Charbonnière de Belgique, Bruxelles : Belgique.

M. H. A. Longden, Directeur Général de la Production, National Coal Board, Londres: Grande-

duction, National Coal Board, Londres: Grande-Bretagne.

M. A. Vandenheuvel, Directeur Général des Mines, Bruxelles : Belgique.

M. A. Verret, Président des Charbonnages de France, Paris : France.

M. H. H. Wemmers, Président-Directeur des Staatsmijnen, Heerlen : Pays-Bas.

M. A. Wimmelmann, Président du Steinkohlenbergbauverein, Essen : Allemagne.

Comité de Travail :

M. R. Cheradame, Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Paris : France. M. W. Crentz, U.S. Bureau of Mines, Washington : Etats-Unis.

M. A. Grounds, National Coal Board, Londres, Grande-Bretagne.

MM. G. A. H. Meyer et K. Lemke, Steinkohlenbergbauverein, Essen: Allemagne.

MM. W. E. van Os et C. Krijgsman, Staatsmijnen, Heerlen: Pays-Bas.

MM. J. Venter et P. Stassen, Institut National de l'Industrie Charbonnière, Liège : Belgique.

La première Conférence Internationale sur la Préparation du Charbon fut organisée par le Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, à Paris, du 26 juin au 1^{er} juillet 1950. Elle comportait les chapitres ci-après: Représentation des résultats du lavage. Méthodes de contrôle. Application à des lavoirs en service. Perfectionnements apportés à des procédés déjà connus. Procédés nouveaux. Opérations annexes. Organisation générale d'un lavoir.

La deuxième Conférence fut organisée par le Steinkohlenbergbauverein, à Essen, du 20 au 25 septembre 1954. Elle comportait les chapitres ciaprès: Lavage des gros et des grains. Lavage et égouttage des fines. Lavage des schlamms. Epaississement, égoutage et séchage des schlamms. Séparation et contrôle des liquides denses. Relation entre les procédés et la rentabilité. Contrôle du lavage.

Dans les deux cas, les sujets traités visaient les problèmes du moment. La troisième Conférence s'inspire de la même tradition. Elle traitera de la préparation des charbons de petit calibre, inférieurs à 10 mm et comportera les chapitres ci-après:

- La préparation mécanique en relation avec l'utilisation du charbon.
- II. Préparation du charbon brut avant lavage.

III. — Lavage des fines.

- IV. Traitement des schlamms. Epaississement. Clarification des eaux. Flottation. Filtration. Séchage. Traitement du refus.
- V. Contrôle. Surveillance, Automation. Divers.
 VI. Les tendances des méthodes et procédés relatifs à la préparation du charbon.

Un procédé vraiment nouveau, relatif à une granulométrie supérieure à 10 mm, pourra cependant être traité au chapitre « Divers ». Le chapitre « Préparation du brut » porte sur toutes les granulométries.

Les séances techniques se tiendront à Liège, Belgique, durant la semaine du 23 au 28 juin 1958. Elles auront lieu dans les trois langues, allemande, anglaise et française, avec traduction simultanée. Les rapports et communications seront également publiés dans les trois langues, avant la Conférence.

Au cours de cette semaine et de la suivante, des visites seront organisées dans les bassins miniers de Belgique et des pays voisins.

L'organisation est assumée par l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar). Suivant la tradition, les organismes de recherches et de production d'Allemagne, France, Grande-Bretagne, Pays-Bas et U.S.A. collaborent et constituent le Comité de Travail.

* * *

Les Membres auront l'occasion de visiter l'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles, le Pavillon de la C.E.C.A. et vraisemblablement une exposition belge spécialisée de matériel de préparation mécanique. Un programme de visites et d'excursions est prévu pour les dames qui accompagnent. En principe, les participants seront logés à Liège ou dans les environs.

Le prix de l'inscription au Congrès, comportant le coût des publications, l'entrée à l'Exposition et la participation aux diverses manifestations, est de 600 francs belges; ce prix ne comprend pas le coût

des excursions qui sera fixé ultérieurement.

Le paiement du droit d'inscription s'effectuera, soit par mandat ou chèque bancaire barré établi au nom de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, à Liège, soit par virement au crédit du compte n° 223.38 à l'Office des Chèques Postaux, à Bruxelles. Tous détails relatifs au programme de la Conférence et à l'organisation matérielle seront envoyés ultérieurement.

7° CONGRES INTERNATIONAL DE L'INDUSTRIE DU GAZ - Rome, 22-25 septembre 1957

Le Conseil de l'Union Internationale de l'Industrie du Gaz a décidé de tenir à Rome, du 22 au 25 septembre 1958, le 7^e Congrès International de l'Industrie du Gaz.

Tous les membres des Associations gazières nationales sont cordialement invités à participer à ce Congrès au programme duquel sont prévues la présentation et la discussion de rapports établis par les Associations nationales, ainsi que de mémoires individuels. Des visites d'usines et des excursions sont préparées respectivement pour les congressistes et pour les dames. Après la clôture du Congrès, des excursions touristiques spéciales pourront être effectuées et leur organisation sera confiée à une agence spécialisée.

Les participants inscrits au Congrès recevront un exemplaire complet de tous les mémoires et rapports. Cette documentation pourra également être obtenue par les personnes ne participant pas au Congrès, moyennant paiement d'une somme qui sera déterminée ultérieurement et pour autant que des

exemplaires restent disponibles.

Pour toute information supplémentaire, il est conseillé de s'adresser au Secrétariat de l'Association gazière nationale, ou directement au Secrétariat du 7° Congrès International de l'Industrie du Gaz, Via L. Bissolati, 76, à Roma.

PRIX François BOUDART

Voulant honorer particulièrement la mémoire de son regretté Président, M. François Boudart, la Fédération des Industries Chimiques de Belgique a décidé d'attacher son nom au Prix de la Chimie Appliquée, institué par elle, à son initiative en 1954.

Ce Prix, d'un montant de 50.000 F et destiné à récompenser le ou les auteurs de contributions im-

portantes au développement de l'Industrie Chimique Belge, avait eu pour premier lauréat, en 1955, M. Cuillissen, Docteur en Sciences, Professeur Extraordinaire à l'Université Libre de Bruxelles.

A l'issue d'une nouvelle épreuve organisée cette année, le Jury, qui s'est réuni le 24 octobre, a décidé de décerner le Prix 1957 à M. André Rott, Ingénieur en Chef, attaché aux Services de Recherches de la S. A. Photo-Produits Gevaert à Mortsel-Anvers.

M. Rott, qui s'est signalé par des réalisations originales dans le domaine de la photographie, est notamment l'inventeur d'une méthode pour l'obtention d'images positives directes. Cette méthode consiste à mettre une couche photographique sensible à la lumière, en contact avec une couche réceptrice non-sensible, en présence d'un révélateur photographique et d'un solvant pour l'halogénure d'argent. L'halogénure d'argent non réduit diffuse de la couche négative dans la couche réceptrice où il est réduit en formant une image positive.

En 1939, M. Rott a, conjointement avec la S. A. Photo-Produits Gevaert, déposé le brevet de base concernant l'application de la diffusion de l'halogénure d'argent pour l'obtention d'images photographiques.

Sur le principe du transfert de l'halogénure d'argent par diffusion sont basées une série d'applications photographiques dont quelques unes sont exploitées par la firme Gevaert et quelques unes par d'autres entreprises avec l'accord de Gevaert.

En ce moment, l'application la plus importante est le procédé pour la reproduction rapide de documents avec différentes variantes qui permettent d'obtenir, en moins d'une minute et, sans chambre noire, une copie positive d'un document quelconque. Il n'est donc pas étonnant que le papier Gevacopy de Gevaert, basé sur le principe Rott, soit devenu une des plus grandes fabrications de Gevaert.

Une autre application est la one-step camera de Polaroïd, donnant une copie positive immédiatement après la prise de vue dans la caméra.

Le procédé de diffusion rend aussi de grands services en cas d'opération, vu qu'il permet au chirurgien de suivre celle-ci continuellement, à l'aide de prises de vues au moyen des rayons X, et ce, avec une rapidité inconnue antérieurement.

Enfin, depuis quelques mois, il est devenu possible d'obtenir des clichés lithographiques sur la base du principe du transfert de l'halogénure d'argent.

Nous avons dit que M. A. Rott était attaché aux Services de Recherches de la S. A. Photo-Produits Gevaert. L'honneur qui est fait à son collaborateur rejaillit incontestablement sur cette société dont la renommée mondiale contribue pour une large part au prestige de notre industrie nationale.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE — ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE Année 1957 — Jacor 1957

TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS ALPHABETISCHE TAFEL DER AUTEURS

	Livraison	Pages
ADMINISTRATION DES MINES.		
Répartition du personnel et du service des mines. — Noms et adresses des fonctionnaires au 1 ^{er} janvier 1957	IV IV V	297 317 424
A.I.B.		
Rapport sur les essais de fatigue sur fils de câbles d'extraction exécutés au moyen du vibrophore Amsler 2 tonnes	VI	522 1104
ALEXIS, M. Exploitation par rabotage d'une couche mince en plateure au Charbonnage de Monceau-Fontaine	V	407
BIHL, C. Le danger de court-circuit dans les réseaux d'électrification du fond (résumé).	VI	536
BINNS, P. D. La rabotabilité des couches de charbon En collaboration avec E. L. J. POTTS. Traduction par INICHAR.	Ш	235
BLOMME, D. Note relative à l'emploi d'un soc de chargement combiné avec une haveuse électrique	IX	912
BRISON, L. Etude critique du fonctionnement d'un séparateur magnétique tripolaire à bandes croisées En collaboration avec P. MOISET.	VII	662
CALLUT, H. IXº Conférence internationale des directeurs des stations d'essai : Inflammation du grisou par les ondes de choc. — Grisoumétrie	XI	1073
COMMISSION D'ENQUETE SUR LES CAUSES DE LA CATASTROPHE SUR- VENUE AU CHARBONNAGE DU BOIS-DE-CAZIER LE 8 AOUT 1956. — Conclusions de la Commission.		
COMISSIE BELAST MET HET ONDERZOEK DER OORZAKEN VAN DE RAMP VAN 8 AUGUSTUS 1956 IN DE KOLENMIJN BOIS-DE-CAZIER — Conclusies van de Commissie	VI	469
CONSEILS ET COMITES. — RADEN EN COMITE'S. Conseils, Conseils d'Administration, Comités et Commissions — Composition au 1er janvier 1957.		
Raden. Beheerraden. Comité's en Commissies — Samenstelling op 1 januari 1957	IV	335

COOLS, G. A propos d'une série d'explosions survenues dans des installations à air comprimé En collaboration avec G. LOGELAIN.	XII	1198
COPPA-ZUCCARI, G. Congrès sur les gisements de gaz naturel en Europe occidentale — Compte rendu	XII	1218
Mr. del MARMOL. Essai d'une machine de forage, commandée à distance, au Charbonnage de Gosson-Kessales En collaboration avec MM. WARZEE et RIJCKEBOSCH.	x	1015
DELMER, A. Le bassin houiller de la Basse-Meuse	IX	41 1163
DESSALLES, E. Electrification du fond — Courts-circuits et mises accidentelles à la terre . Creusement des puits à grande vitesse d'avancement	VI IX	538 906
FEDECHAR. Commission de technique minière de la C.E.C.A. — Cinquième session (Grande-Bretagne, novembre 1955)	п	101
Commission de la valorisation du charbon de la C.E.C.A. — Sixième session, mars 1957	VII	585
Commission de technique minière de la C.E.C.A. — Septième session (Haute-Bavière, 1957)	IX	857
FLAESCHENTRAEGER, H. Les affaissements du sol dans la région de la rive gauche du Rhin Traduction par L. DENOEL.	XII	1214
FRIPIAT, J. Rapport sur les travaux de l'Institut National des Mines en 1956 IXº Conférence internationale des directeurs des stations d'essais — Recherches	VII	627
sur les explosifs	X	997
GERARD, P. Overzicht van de Bedrijvigheid in de Divisie van het Kempisch Bekken tijdens het jaar 1956	XI	1081
HAUMONT, H. L'équipement des nouveaux bains-douches et bureaux du siège n° 19 du Charbon- nage de Monceau-Fontaine En collaboration avec L. NECHELPUT.	IX	917
HAUSMAN, A. Analyses des gaz dans les mines	I	9
HOUBERECHTS, A. L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1956	v	373
HUBERLAND, J. Une visite aux mines de Haute-Bavière	X	1018
INICHAR. Conférence internationale sur le développement de la technologie chimique dans l'industrie charbonnière et les industries connexes — Stoke Orchard (Cheltenham), juin 1956.		
Compte rendu: D. H. GREGORY. — Agglomération à chaud A. PEYTAVY et P. FOCH. — Etude de la semi-carbonisation par fluidisation	I	25 32
G. H. WATSON et A. F. WILLIAMS. — L'étude des goudrons obtenus dans la carbonisation en fluidisé	II	154
J. L. SABATIER. — Traitement industriel du goudron de carbonisation à basse température	ΙΪ	167

Commission de technique minière de la C.E.C.A. — Cinquième session (Grande		
Bretagne, novembre 1955)	II	1
Protection et moyens de lutte contre les incendies dans les mines	III	193 233
Commission de valorisation du charbon de la C.E.C.A. — Sixième session, mars 1957	VII	585
Commission de technique minière de la C.E.C.A. — Septième session (Haute-Bavière, 1957) En collaboration avec FEDECHAR. Deuxième Conférence internationale sur la science des Houilles, Valkenburg,	IX	857
mai 1957	X	965
Tournées de la Mécanique des Poches Paris 1057	XI X	1057 990
Journées de la Mécanique des Roches, Paris, 1957	XII	990
Revue de la littérature technique	I	77
	III	171 248
	IV	353
	V VI	446 570
	VII	670
	IX X	935 1034
	XI	1134
	XII	
JANSSENS, A. Les services de surface dans les charbonnages du Bassin de Charleroi - Namur En collaboration avec R. LEFEVRE.	1	75
JOSSE, J.	-	
L'exploitation des couches à dégagements instantanés de grisou.	IX	923
LEFEVRE, R. Les services de surface dans les charbonnages du Bassin de Charleroi - Namur En collaboration avec A. JANSSENS.	1	75
LOGELAIN, G.	77	100/
Aspects techniques et humains de la sécurité dans les mines, minières et carrières. A propos d'une série d'explosions survenues dans des installations à air comprimé En collaboration avec G. COOLS.	XII	1024 1198
MARCHANDISE, H.		
Etudes de ventilation souterraine	VI	494
MATERIEL MINIER (Notes rassemblées par INICHAR).		
Application du raclage — Courroies ininflammables — Téléphones et lampes de signalisation pour l'exploitation	I	58
Tendeur hydraulique « Brettell » — Injecteur d'huile soluble Mavor and Coulson		
 Station d'angle pour convoyeur à courroie — Chariot pour le transport de matériel — Transport du personnel sur les convoyeurs du fond — Lubrifiant 		
ininflammable pour câbles de mines — Ventilateur d'aérage principal, type		
hélicoïde, à axe vertical «Berry» — Commande automatique des pompes auxiliaires	IV	288
Forage à grand diamètre pour le creusement des puits (V. ZENI et T. N. WIL-		
LIAMSON) — Exploitation d'une couche très mince au siège Diergardt (H. MIDDENDORF et O. SINGER) — Les charges électrostatiques sur les		
courroies de convoyeurs (J. T. BARCLAY et P. J. BECQUE) — Téléphone		
« Généphone » avec dispositif d'appel — Appareil d'injection d'eau en veine Hausherr — Le « Microdyne » dust collector — Pompe portative électrique		
Flygt — Le câble à « masse emprisonnée » (K. BRINKMANN)	IX	890
MIJNWEZENBESTUUR.		
Verdeling van het personeel en van de dienst van het Mijnwezen — Namen en adressen der ambtenaren op 1 januari 1957	IV	297
Stand van het personeel van het Mijnkorps op 1 januari 1957	IV	317

MOISET, P. Etude critique du fonctionnement d'un séparateur magnétique tripolaire à bandes croisées En collaboration avec L. BRISON.	VII	662
NECHELPUT, L. L'équipement des nouveaux bains-douches et bureaux du siège n° 19 du Charbon- nage de Monceau-Fontaine En collaboration avec H. HAUMONT.	IX	917
NELLISSEN, F. Exploitation des couches minces en plateure au Charbonnage André Dumont	IV	273
POTTS, E. L. J. La rabotabilité des couches de charbon En collaboration avec P. D. BINNS. Traduction par INICHAR.	III	235
RADERMECKER, L. Une visite aux mines de Haute-Bavière	х	1018
RIJCKEBOSCH. Essai d'une machine de forage, commandée à distance, au Charbonnage de Gosson-Kessales En collaboration avec MM. del MARMOL et WARZEE.	х	1015
STENUIT, R. Une visite aux mines de Haute-Bavière	x	1018
STREBELLE, J. R. Deux années d'inspection des câbles de mines avec l'appareil magnétique A.C.M.I.	v	420
TITMAN, H. Expériences sur l'inflammation du grisou par les étincelles de friction Traduction par L. DENOEL.	I	65
VAES, A. L'industrie minière au Congo belge et au Ruanda-Urundi en 1956	XI	1106
VANDENHEUVEL, A. L'industrie charbonnière pendant l'année 1956 — Statistique sommaire et résultats provisoires De Belgische steenkolennijverheid tijdens het jaar 1956 — Beknopte statistiek en	777	e 47
voorlopige uitslagen	VI	547 685
Statistique des appareils à vapeur au 31 décembre 1956. Statistiek van de stoomtoestellen op 31 december 1956	VIII VIII	797 805
VERWILST, J. Fonctionnement, essais et surveillance des câbles d'extraction à grande profondeur, en Afrique du Sud	XII	50)
WARZEE. Essai d'une machine de forage, commandée à distance, au Charbonnage Gosson- Kessales	x	1015
WERA, A. La protection des brûleurs à grisou	х	1031
Traduit de la revue américaine « C and En ».		

