

# Annales des Mines

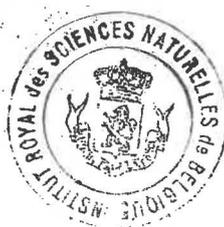
DE BELGIQUE



# Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

P 1273



**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 . - Inchar : Exposition de matériel minier, Londres, juillet 1959. — G. Cools : Bescherming van elektrische netten in de ondergrondse werken van mijnen. — G. Cools : Protection des réseaux électriques dans les travaux souterrains des mines. — R. Fradcourt et J. Laret : Electrocutation dans une taille mécanisée d'un charbonnage. — J. Bronowski : L'évolution des nouveaux combustibles sans fumée. — Inchar : Revue de la littérature technique.

## COMITE DE PATRONAGE

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

## BESCHERMEND COMITE

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

## COMITE DIRECTEUR

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

## BESTUURSCOMITE

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

ANNALES  
DES MINES  
DE BELGIQUE

N° 2 — Février 1960

ANNALEN  
DER MIJNEN  
VAN BELGIE

Nr 2 — Februari 1960

Direction-Rédaction :  
**INSTITUT NATIONAL  
DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE**

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

Directie-Redactie :  
**NATIONAAL INSTITUUT  
VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID**

**Sommaire — Inhoud**

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes . . . . .	76
<b>INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE</b>	
<b>INICHAR</b> — Exposition de matériel minier — Londres, juillet 1959 (fin) . . . . .	81
<b>NOTES DIVERSES</b>	
<b>G. COOLS</b> — De bescherming van elektrische netten in de ondergrondse werken van mijnen om het geval voor electrocutie, brand en ontvlaming van mijngas te weren . . . . .	98
<b>G. COOLS</b> — La protection des réseaux électriques installés dans les travaux souterrains des mines contre les risques d'électrocution, d'incendie et d'inflammation du grisou . . . . .	98
<b>R. FRADCOURT et J. LARET</b> — Etude d'un accident d'électrocution dans une taille mécanisée d'un charbonnage . . . . .	130
<b>J. BRONOWSKI</b> — L'évolution des nouveaux combustibles sans fumée (traduction par INICHAR) . . . . .	141
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>INICHAR</b> — Revue de la littérature technique . . . . .	149

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

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

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

BASSINS MINIERES	Production totale (Tonnes)	Consommation propre et fournitures au personnel (tonnes) (1)	Stock (tonnes)	Jours ouvrés (2)	PERSONNEL												Grisou capté valorisé (6)		
					Nombre moyen d'ouvriers			Indice (3)				Rendement		Présences % (4)		Mouvement de la main-d'œuvre (5)			
					à veine	Fond	Fond et surface	Veine	Taille	Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface	Belge		Etrangère	Totale
Borinage . . . . .	220.890	35.065	1.140.899	17,89	—	9.902	13.687	0,16	0,34	0,84	1,18	1.192	845	81,04	83,65	— 174	— 115	— 289	1.762.281
Centre . . . . .	187.189	48.692	844.245	17,68	—	8.542	11.555	0,15	0,34	0,86	1,21	1.165	828	83,40	85,75	— 155	— 163	— 318	1.421.563
Charleroi . . . . .	498.392	56.837	2.495.548	20,96	—	17.160	24.153	0,15	0,31	0,74	1,08	1.343	923	83,72	85,62	— 139	— 72	— 211	2.497.516
Liège . . . . .	355.455	43.210	939.150	25,12	—	13.207	17.922	0,16	0,36	0,95	1,29	1.057	775	82,17	84,77	— 86	— 44	— 130	—
Campine . . . . .	754.545	97.606	2.347.228	19,91	—	24.213	32.289	0,10	0,24	0,65	0,88	1.532	1.130	90,18	91,72	— 155	— 18	— 173	1.484.593
<b>Le Royaume . . . . .</b>	<b>2.016.421</b>	<b>281.410</b>	<b>7.767.070</b>	<b>20,56</b>	<b>—</b>	<b>73.039</b>	<b>99.624</b>	<b>0,13</b>	<b>0,30</b>	<b>0,77</b>	<b>1,07</b>	<b>1.304</b>	<b>936</b>	<b>85,08</b>	<b>87,12</b>	<b>— 709</b>	<b>— 412</b>	<b>— 1121</b>	<b>7.165.953<sup>(8)</sup></b>
1959 Septembre . . . . .	1.881.764	230.197	7.753.009	19,46	—	73.188	100.259	0,14	0,30	0,78	1,09	1.287	921	85,24	87,32	— 792	— 590	— 1382	7.069.119 <sup>(8)</sup>
Août . . . . .	1.698.229	198.409	7.763.235	18,18	—	71.704	98.584	0,14	0,31	0,79	1,12	1.260	894	85,91	87,90	— 835	— 1727	— 2562	7.194.179 <sup>(8)</sup>
1958 Octobre . . . . .	2.330.739	271.005	6.608.843	22,44	—	86.765	117.316	0,14	0,33	0,85	1,17	1.174	855	85,74	87,73	— 400	— 118	— 518	8.528.539 <sup>(8)</sup>
Moy. mens.	2.255.186	258.552	6.928.346 <sup>(7)</sup>	21,27	—	90.204	121.652	0,14	0,34	0,87	1,19	1.152	841	85,92	87,80	— 263	— 787	— 1050	8.153.611
1957 » »	2.423.866	233.799	1.412.987 <sup>(7)</sup>	23,29	14.541	90.542	124.132	0,14	0,34	0,87	1,19	1.150	838	84,86	86,49	— 44	+ 872	+ 829	8.284.839
1956 » »	2.455.079	254.456	179.157 <sup>(7)</sup>	23,48	13.666	82.537	112.943	0,14	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1954 » »	2.437.393	270.012	2.806.020 <sup>(7)</sup>	24,04	17.245	86.378	124.579	0,16	0,38	0,91	1,27	1.098	787	83,53	85,91	— 63	— 528	— 591	4.604.030
1952 » »	2.532.030	199.149	1.678.220 <sup>(7)</sup>	24,26	18.796	98.254	135.696	0,18	0,40	0,96	1,34	1.042	745	78,7	81	— 97	— 7	— 104	3.702.887
1950 » »	2.276.735	220.830	1.041.520 <sup>(7)</sup>	23,44	18.543	94.240	135.851	0,19	—	0,99	1,44	1.014	696	78	81	— 418	— 514	— 932	—
1948 » »	2.224.261	229.373	840.340 <sup>(7)</sup>	24,42	19.519	102.081	145.366	0,21	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 » »	2.465.404	205.234	2.227.260 <sup>(7)</sup>	24,20	18.739	91.945	131.241	0,18	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 » »	1.903.466	187.143	955.890 <sup>(7)</sup>	24,10	24.844	105.921	146.084	0,32	—	1,37	1,39	731	528	—	—	—	—	—	—
1960 Sem. du 22 au 28 février	500.575	—	7.395.590	5,18	—	59.198	81.797	—	—	0,71	0,99	1.403	1.012	65,94	68,99	—	—	— 191	—

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

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

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

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

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

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

(7) Stock fin décembre.

(8) Dont environ 5 % non valorisés.

## BELGIQUE

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

OCTOBRE 1959

PERIODES	Secteur domestique	Administrations publiques	Cokeries	Usines à gaz	Fabriques d'agglomérés	Centrales électriques	Sidérurgie	Constructions métalliques	Métaux non ferreux	Produits chimiques	Chemins de fer et vicinaux	Textiles	Industries alimentaires	Carrières et industries dérivées	Cimenteries	Papeteries	Autres Industries	Exportations	Total du mois
1959 Octobre . . . . .	298.008	7.596	611.331	—	77.233	277.862	12.161	7.579	27.096	36.320	54.209	5.096	12.921	47.997	45.086	14.989	37.218	146.189	1.720.891
Septembre . . . . .	258.544	10.991	667.093	—	68.347	249.056	9.686	5.392	23.043	20.277	58.365	4.077	17.264	43.928	52.792	10.948	22.862	139.456	1.662.121
Août . . . . .	210.309	16.527	548.472	—	51.709	183.652	7.870	4.153	23.533	19.530	52.456	2.692	17.065	38.440	51.589	10.173	21.882	166.733	1.426.795
1958 Octobre . . . . .	334.198	10.715	516.518	187	86.478	194.923	9.870	8.760	22.374	19.524	66.545	4.547	22.294	41.565	25.264	13.698	15.812	218.957	1.612.229
Moy. mens.	264.116	12.348	504.042	286	81.469	174.610	10.228	8.311	24.203	23.771	72.927	5.136	22.185	41.446	32.666	14.885	18.030	226.496	1.537.155
1957 » »	395.089	16.299	576.556	412	140.664	263.564	13.272	10.496	39.906	37.114	77.292	10.016	30.247	55.693	69.929	20.749	26.857	312.633	2.096.788
1956 » »	420.304	15.619	599.722	476	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	31.852	353.828	2.224.332
1954 » »	415.609	14.360	485.878	1.733	109.037	240.372	24.211	12.299	40.485	46.912	114.348	14.500	30.707	61.361	62.818	19.898	30.012	465.071	2.189.610
1952 » »	480.657	14.102	708.921	—	275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	128.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669	

GENRE	Fours en activité		Charbon (t)			Huiles combustibles †	Production				COKE (t)								Ouvriers occupés			
	Batteries	Fours	Reçu				Grands cols de plus de 80 mm	Autres	Total	Consommation propre	Livraisons au personnel de la cokerie	Débit								Stock en fin de mois †		
			Belge	Etranger	Enfourmé							Secteur domestique	Administrations publiques	Sidérurgie	Centrales électriques	Usines à gaz	Chemins de fer	Autres secteurs			Exportations	Total
PERIODE																						
Minières	8	275	131.791	—	134.520	—	74.739	30.376	105.115	1.402	324	—	—	—	—	—	—	—	—	78.717	803	
Sidérurgiques	30	1.096	418.335	96.731	550.415	14	357.831	70.191	428.022	4.802	6.010	—	—	—	—	—	—	—	—	132.933	2.548	
Autres	12	296	48.589	52.965	127.940	154	76.919	25.151	102.070	1.039	414	—	—	—	—	—	—	—	—	122.388	1.193	
Le Royaume	50	1.667	598.715	149.696	812.875	168	509.489	125.718	635.207	7.243	6.748	11.878	1.303	480.802	3.252	—	3.153	46.815	71.526	618.729	334.038	4.544
1959 Septembre	5 <sup>(1)</sup>	1.667	600.760	196.680	775.184	172	481.615	119.888	601.503	5.080	5.951	9.244	2.841	447.600	2.626	—	2.102	42.371	88.607	595.391	331.551	4.519
Août	49	1.629	542.672	201.342	744.514	185	476.337	117.370	593.707	5.056	3.846	8.226	2.350	429.812	2.328	—	1.181	44.292	57.829	546.018	336.470	4.549
1958 Octobre	47	1.572	502.898	256.108	766.546	325	480.410	115.510	595.920	11.004	7.051	10.797	2.527	433.379	2.097	—	2.135	45.419	70.549	566.903	268.102	4.663
Moy. mens.	47	1.572	504.417	233.572	744.869	495	467.739	107.788	575.527	9.759	5.445	11.030	3.066	423.137	2.095	—	1.145	41.873	74.751	557.097	276.110 <sup>(2)</sup>	4.644
1957 Moy. mens.	46	1.574	576.062	198.803	768.730	484	488.370	108.003	596.373	7.287	5.512	10.732	3.990	427.044	2.617	—	1.221	50.337	75.117	571.058	237.403 <sup>(2)</sup>	4.881
1956 » »	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068 <sup>(3)</sup>	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.063	433.510	1.918	69	2.200	56.567	76.498	591.308	87.208 <sup>(2)</sup>	4.137
1954 » »	42 <sup>(1)</sup>	1.444 <sup>(1)</sup>	479.201	184.120	663.321	5.813 <sup>(3)</sup>	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	385	1.585	42.611	73.859	498.608	127.146 <sup>(2)</sup>	4.270
1952 » »	42 <sup>(1)</sup>	1.471 <sup>(1)</sup>	596.891	98.474	695.365	7.624 <sup>(3)</sup>	421.329	112.605	533.934	12.937	3.215	12.260	4.127	368.336	1.039	279	1.358	48.331	80.250	515.980	100.825 <sup>(2)</sup>	4.284
1950 » »	42 <sup>(1)</sup>	1.497 <sup>(1)</sup>	481.685	26.861	508.546	14.879 <sup>(3)</sup>	297.005	86.167	383.172	19.179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.169
1948 » »	47 <sup>(1)</sup>	1.510 <sup>(1)</sup>	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 » »	56 <sup>(1)</sup>	1.689 <sup>(1)</sup>	399.363	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.129
1913 » »	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

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

GENRE	GAZ (en 1.000 m <sup>3</sup> ) (1)						SOUS-PRODUITS (t)				
	Production	Consommation propre	Débit				Brai	Goudron brut	Ammoniaque (en sulfate)	Benzol	Huiles légères
			Synthèse	Sidérurgie	Autres industries	Distributions publiques					
PERIODE											
Minières	44.806	20.620	21.517	—	688	13.711	—	3.436	1.321	518	—
Sidérurgiques	187.462	89.164	47.503	63.807	4.185	47.669	—	15.313	5.018	3.656	—
Autres	48.184	21.647	14.427	—	4.219	15.879	—	4.221	904	1.098	—
Le Royaume	280.452	131.431	83.447	63.807	9.092	77.259	—	22.970	7.243	5.272	—
1959 Septembre	265.168	124.460	75.219	61.073	8.069	72.620	—	20.920	7.361	5.302	—
Août	262.254	126.842	78.951	51.051	9.440	67.349	—	21.066	6.805	5.271	—
1958 Octobre	268.290	124.048	85.141	53.707	10.889	72.424	—	21.321	7.189	5.555	—
Moy. mens.	259.453	120.242	81.624	53.568	6.850	71.249	—	20.867	6.774	5.648	—
1957 » »	261.465	96.077	73.980	53.321	9.482	70.071	—	20.934	6.827	5.613	—
1956 » »	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	—	20.628	7.064	5.569	—
1954 » »	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	1.630	15.911	5.410	3.624	2.565
1952 » »	229.348	134.183	67.460	46.434	3.496	62.714	2.320	17.835	6.309	4.618	747
1950 » »	193.619	126.601	(2)	(2)	(2)	(2)	1.844	13.909	4.764	3.066	632
1948 » »	105.334 <sup>(3)</sup>	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	—	16.053	5.624	4.978	—
1938 » »	75.334 <sup>(3)</sup>	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	—	14.172	5.186	4.636	—

(1) A 4.250 kcal., 0°C et 760 mm Hg. (2) Non recensé. (3) Non utilisé à la fabrication du coke.

GENRE	Production (t)				Matières premières (t)	Ventes et cessions †	Stock (fin du mois) †	Ouvriers occupés
	Boulets	Briquettes	Totale	Consommation propre †				
PERIODE								
Minières	61.547	17.629	79.176	—	—	—	—	
Indépend.	2.399	—	2.399	—	—	—	—	
Le Royaume	63.946	17.629	81.575	2.469	14.852	77.056	6.162	
1959 Septembre	58.496	15.140	71.636	2.593	10.099	67.633	5.162	
Août	42.560	12.992	55.552	1.942	8.083	52.030	4.220	
1958 Octobre	70.680	20.984	91.664	3.323	14.879	86.049	6.501	
Moy. mens.	65.877	20.525	86.402	3.418	12.632	81.517	6.335	
1957 » »	124.332	27.529	151.861	3.621	12.119	141.289	11.583	
1956 » »	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	
1954 » »	75.027	39.329	114.356	4.521	10.520	109.189	9.098	
1952 » »	71.262	52.309	123.571	1.732	103	115.322	10.094	
1950 » »	38.898	46.079	84.977	2.488	377	78.180	7.322	
1948 » »	27.014	53.834	80.848	—	—	74.702	6.625	
1938 » »	39.742	102.948	142.690	—	—	129.797	12.918	
1913 » »	—	—	217.387	—	—	197.274	—	

(1) Stock fin décembre

PERIODE	Quantités reçues m <sup>3</sup>			Consommat. totale y compris les exportations (m <sup>3</sup> )	Stock à la fin du mois (m <sup>3</sup> )	Quantités reçues t			Consommation totale t	Stock à la fin du mois t	Exportations t
	Origine indigène	Importation	Total			Origine indigène	Importation	Total			
1959 Octobre . . .	46.528	5.659	52.187	57.750	378.839	3.015	128	3.143	6.162	52.040	(1)
Septembre . . .	58.181	4.585	62.766	55.163	385.261	2.063	159	2.222	5.162	55.062	280
Août . . . . .	52.155	3.081	55.236	49.645	378.248	1.387	305	1.692	4.220	58.097	221
1958 Octobre . . .	62.494	12.058	74.552	73.561	483.263	3.870	374	4.244	6.501	85.310	4.036
Moy. mens. . . .	50.713	7.158	57.871	71.192	448.093 <sup>(2)</sup>	3.834	3.045	6.879	6.335	78.674 <sup>(2)</sup>	2.628
1957 Moy. mens. .	63.425	11.815	75.240	77.048	620.752 <sup>(2)</sup>	7.116	6.356	13.472	11.584	72.760 <sup>(2)</sup>	4.524
1956 » » . . .	72.377	17.963	90.340	78.246	655.544 <sup>(2)</sup>	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022 <sup>(2)</sup>	1.281
1954 » » . . .	67.128	1.693	68.821	87.385	428.456 <sup>(2)</sup>	4.959	4.654	9.613	8.868	37.023 <sup>(2)</sup>	2.468
1952 » » . . .	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695 <sup>(2)</sup>	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357 <sup>(2)</sup>	2.014
1950 » » . . .	62.036	12.868	74.904	90.209	570.013 <sup>(2)</sup>	5.052	1.577	6.629	7.274	31.325 <sup>(2)</sup>	1.794

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

PERIODE	Produits bruts								Demi-produits		Ouvriers occupés
	Cuivre t	Zinc t	Plomb t	Etain t	Aluminium t	Antimoine, Cadmium, Cobalt, Nickel, etc. t	Total t	Argent, or, platine etc. kg	A l'exception des métaux précieux t	Argent, or, platine, etc. kg	
1959 Octobre . . .	16.917	18.608	6.447	571	265	319	43.127	30.269	19.643	2.120	15.040
Septembre . . .	17.063	17.588	6.547	527	229	359	42.313	29.391	19.031	2.075	15.031
Août . . . . .	16.449	17.665	6.847	490	207	390	42.048	30.368	15.795	1.648	14.951
1958 Octobre . . .	13.940	16.208	7.203	680	199	340	38.570	27.943	18.973	2.181	15.020
Moy. mens. . . .	12.934	17.897	7.990	762	226	325	40.134	27.750	16.562	2.262	15.037
1957 Moy. mens. .	12.713	19.637	8.272	793	180	404	41.999	23.937	16.150	1.982	15.655 <sup>(1)</sup>
1956 » » . . .	14.072	19.224	8.521	871	224	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919 <sup>(1)</sup>
1954 » » . . .	12.809	17.726	5.988	965	140	389	38.018	24.331	14.552	1.850	15.447 <sup>(1)</sup>
1952 » » . . .	12.035	15.956	6.757	850		557	36.155	23.833	12.729	2.017	16.227
1950 » » . . .	11.440	15.057	5.209	808		588	33.102	19.167	12.904	2.042	15.053

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

(1) En fin d'année.

PERIODE	Hauts fourneaux en activité	Produits bruts				Produits demi-finis		Produits				
		Fonte	Acier Total	Fer de masse		Pour relamineurs belges	Autres	Aciers marchands	Profilés et zozés (I et U de plus de 80 mm)	Rails et accessoires	Fil machine	
1959 Septembre . . .	47	516.553	572.584	5.955	63.474	43.176	164.216	20.189	4.658	53.345		
Août . . . . .	48	470.342	503.587	4.650	57.301	46.405	130.224	17.032	6.038	45.945		
Juillet . . . . .	45	484.881	517.618	3.115	57.048	39.572	129.639	13.937	6.663	51.555		
1958 Septembre . . .	51	476.459	525.682	5.219	49.146	47.675	137.589	14.782	7.551	48.055		
Moy. mens. . . .	49	459.927	500.950	4.939	45.141	52.052	125.502	14.668	10.536	41.913		
1957 Moy. mens. . .	51	465.638	522.988	4.504	50.806	40.028	134.827	24.136	8.466	39.465		
1956 » » . . .	51	480.840	525.898	5.281	60.829	2.695	153.634	23.973	8.315	40.874		
1954 » » . . .	47	345.424	414.378	3.278			109.559	113.900	5.247	36.301		
1952 » » . . .	50	399.133	422.281	Fers finis 2.772				97.171	116.535	19.939	7.312	
1950 » » . . .	48	307.898	311.034	3.584				70.503	91.952	14.410	36.008	
1948 » » . . .	51	327.416	321.059	2.573				61.951	70.980	39.383	28.979	
1938 » » . . .	50	202.177	184.369	3.508				37.939	43.200	26.010	10.603	
1913 » » . . .	54	207.058	209.398	25.363				127.083	51.177	30.219	28.489	
									Aciers marchands et rods	Profilés spéciaux poutrelles		Verges
												Verges et aciers serpentés

(1) Chiffres indisponibles.

Pays d'origine Périodes Répartition	IMPORTATIONS				Destination	EXPORTATIONS		
	Charbons t	Cokes t (1)	Agglomérés t	Lignite t		Charbons t	Cokes t	Agglomérés t
Allemagne Occident. .	176.078	3.867	2.272	5.385	Allemagne Occident. .	—	604	—
France . . . . .	33.589	1.288	—	—	France . . . . .	70.683	29.089	12.786
Pays-Bas . . . . .	98.300	8.218	7.006	400	Italie . . . . .	6.546	2.829	2.497
					Luxembourg . . . . .	1.905	19.070	400
					Pays-Bas . . . . .	68.185	—	—
Pays de la CECA . .	307.967	13.373	9.278	5.785	Pays de la CECA . .	145.319	51.592	15.603
Royaume-Uni . . . .	24.501	—	—	—	Autriche . . . . .	130	160	145
Etats-Unis d'Amérique.	28.849	—	—	—	Danemark . . . . .	—	11.234	—
					Suède . . . . .	—	5.806	—
Pays tiers . . . . .	53.350	—	—	—	Suisse . . . . .	440	1.136	220
Ensemble octobre 1959	361.317	13.373	9.278	5.785	Congo belge . . . . .	25	—	—
1959 Septembre . . .	359.453	12.511	7.749	6.946	Divers . . . . .	275	1.598	—
Août . . . . .	314.151	12.684	5.190	5.385				
Juillet . . . . .	334.120	13.093	5.146	5.068				
1958 Moy. mens. . .	437.539	14.327	10.013	8.607	Pays tiers . . . . .	870	19.934	365
Octobre . . . . .	534.804	14.175	9.388	9.183	Ensemble octobre 1959	146.189	71.526	16.048
Répartition :					1959 Septembre . . .	140.536	58.607	14.714
1) Secteur domestique	138.082	452	9.022	5.340	Août . . . . .	166.733	57.829	9.881
2) Secteur industriel .	231.844	12.964	300	450	Juillet . . . . .	238.447	87.688	9.967
Réexportations . . . .	—	—	—	—	1958 Moy. mens. . .	235.292	74.751	15.104
Mouvement des stocks	- 8.609	- 43	- 44	- 5	Octobre . . . . .	231.259	70.549	15.241

(1) Y compris coke de gaz

## URGIE

SEPTEMBRE 1959

## TION (t)

finis										Ouvriers occupés
Tôles fortes 4,76 mm et plus	Tôles moyennes 3 à 4,75 mm	Larges plats	Tôles fines noires	Feuillards, bandes à tubes, tubes sans soudure.	Ronds et carrés pour tubes	Divers	Total des produits finis	Tôles galvanisées, plombées et étamées	Tubes d'acier sans soudure et tubes soudés	
45.545	9.153	2.537	92.674	19.851	(1)	3.804	415.972	36.995	13.376	51.941
42.060	6.005	2.182	66.790	14.357	672	5.650	336.955	32.216	12.897	51.280
38.818	6.504	1.453	73.898	20.225	(1)	5.338	348.036	24.979	11.060	50.999
46.179	7.311	2.322	91.944	19.340	882	2.750	378.765	28.489	13.241	51.868
45.488	6.947	1.925	80.543	15.872	790	5.026	349.210	24.543	12.509	52.266
									<b>Tubes soudés</b>	
55.898	7.601	2.350	65.514	25.641	—	5.514	370.412	25.558	9.087	55.158
53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
37.473	8.996	2.153	40.018	25.112	—	2.705	290.852	3.070	3.655	41.904
39.357	7.071	3.337	37.482	26.652	—	5.771	312.429	11.943	2.959	43.263
			<b>Tôles minces tôles fines, tôles magnétiques</b>							
24.476	6.456	2.109	22.857	20.949	—	2.878	243.859	11.096	1.981	36.415
			<b>Tôles fines</b>	<b>Feuillards et tubes en acier</b>				<b>Tôles galva- nisées</b>		
Grosses tôles	Tôles moyennes									
28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
16.460	9.034	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

Production	Unités	Sept. 1959	Août 1959	Sept. 1958	Moyenne mensuelle 1958	Production	Unités	Sept. 1959	Août 1959	Sept. 1958	Moyenne mensuelle 1958
		(a)	(b)					(a)	(b)		
<b>PORPHYRE :</b>						<b>PRODUITS DE DRAGE :</b>					
Moëllons . . . . .	t	2.458	1.757	143	251	GAGE : Gravier. . . . .	t	227.421	243.997	225.126	143.154
Concassés . . . . .	t	424.459	282.528	342.806	293.032	Sable . . . . .	t	69.944	48.208	55.945	31.757
Pavés et mosaïques. . . . .	t	922	795	974	1.097	<b>CALCAIRES . . . . .</b>	t	343.053	302.174	293.935	239.255
<b>PETIT GRANIT :</b>						<b>CHAUX . . . . .</b>	t	165.847	145.196	156.804	147.012
Extrait . . . . .	m <sup>3</sup>	7.527	3.408	11.044	9.081	PHOSPHATES . . . . .	t	(c)	(c)	3.936	1.501
Scié . . . . .	m <sup>3</sup>	3.642	1.858	5.274	4.608	CARBONATES NATUR. Craies, marne, tuffeau . . . . .	t	23.676	22.006	27.809	29.207
Façonné . . . . .	m <sup>3</sup>	1.539	958	1.388	1.280	<b>CARBON. DE CHAUX PRECIPITES . . . . .</b>	t	(c)	(c)	(c)	3.227
Sous-produits . . . . .	m <sup>3</sup>	17.297	11.413	15.617	12.419	CHAUX HYDRAULIQUE ARTIFICIELLE . . . . .	t	588	880	201	597
<b>MARBRES :</b>						DOLOMIE : Crue . . . . .	t	39.820	35.690	38.328	30.769
Blocs équarris. . . . .	m <sup>3</sup>	566	473	555	492	frittée . . . . .	t	22.500	19.029	22.113	20.416
Tranches ramenées à 20 mm . . . . .	m <sup>2</sup>	40.137	36.034	41.726	39.206	PLATRE . . . . .	t	5.269	4.800	3.664	3.632
Moëllons concassés. . . . .	t	1.913	1.547	2.107	1.949	AGGLOM. PLATRE . . . . .	m <sup>2</sup>	183.656	158.861	120.923	106.651
Bimbeloterie . . . . .	Kg	21.355	15.261	28.151	28.302			2 <sup>e</sup> trim. 1959	1 <sup>er</sup> trim. 1959	2 <sup>e</sup> trim. 1958	Moy. tr. 1958
<b>GRES :</b>						SILEX : broyé . . . . .	t	2.763	595	555	578
Moëllons bruts . . . . .	t	22.933	19.933	29.815	21.104	pavés . . . . .	t	1.165	695	800	843
Concassés . . . . .	t	113.400	93.293	84.205	65.198	FELDSPATH & GALETS QUARTZ ET QUARTZITES . . . . .	t	(c)	72	97	86
Pavés et mosaïques. . . . .	t	2.228	1.917	641	1.316	ARGILES . . . . .	t	87.472	26.424	65.972	48.163
Divers taillés . . . . .	t	6.343	6.766	7.401	6.254			56.570	45.863	49.456	53.355
<b>SABLE :</b>								Sept. 1959	Sept. 1959	Sept. 1958	Moy. mens. 1958
pour métallurgie . . . . .	t	73.392	63.076	61.703	56.973	Ouvriers occupés . . . . .		10.750	9.870	11.867	11.921
pour verrerie . . . . .	t	87.861	92.404	91.510	89.545						
pour construction . . . . .	t	192.173	172.437	158.392	120.311						
Divers . . . . .	t	72.839	69.572	47.532	51.453						
<b>ARDOISE :</b>											
pour toitures . . . . .	t	664	459	787	647						
Schistes ardoisiers . . . . .	t	225	145	182	127						
Coticule (pierre à aiguiser) . . . . .	Kg	4.895	3.370	3.495	3.762						

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

COMBUSTIBLES SOLIDES

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

PAYS	Houille produite (1000 t.)	Nombre d'ouvriers inscrits (1000)		Rendement par ouvrier et par poste Kg		Nombre de jours ouvrés	Absentéisme en %		Cote de four produit par 1000 t	Agglomérés produits 1000 t	Stocks (1000 t)	
		Fond	Fond et surface	Fond	Fond et surface		Fond	Fond et surface			Houille	Cokes
<b>Allemagne</b>												
1959 Octobre . . . . .	10.647,9	292	429	1.911	1.482	21,77	15,04	13,79	3.214,5	517	11.146	6.898
1958 Moy. mens. . . . .	11.049	336	487	1.643	1.273	23,39	18,49	17,02	3.620	493	8.565 <sup>(1)</sup>	5.315 <sup>(1)</sup>
Octobre . . . . .	11.714,2	329	479	1.654	1.283	24,49	18,75	17,17	3.658,6	676	8.314	4.214
<b>Belgique</b>												
1959 Octobre . . . . .	2.016,4	92	123	1.304	936	20,56	14,92 <sup>(2)</sup>	12,88 <sup>(2)</sup>	635,2	81,5	7.767	334
1958 Moy. mens. . . . .	2.255	106	140	1.152	841	21,27	14,08 <sup>(2)</sup>	12,20 <sup>(2)</sup>	576	86	6.928 <sup>(1)</sup>	276 <sup>(1)</sup>
Octobre . . . . .	2.330,7	106,7	141,8	1.174	855	22,44	14,26 <sup>(2)</sup>	12,27 <sup>(2)</sup>	595,9	91,6	6.609	268
<b>France</b>												
1959 Octobre . . . . .	5.338	137	194	1.736	1.181	26,44	11,05	6,48 <sup>(3)</sup>	1.132	593	11.330	791
1958 Moy. mens. . . . .	4.810	141	201	1.680	1.134	24,5	12,19	7,25 <sup>(3)</sup>	1.039	591	7.473 <sup>(1)</sup>	708 <sup>(1)</sup>
Octobre . . . . .	5.328	141	201	1.676	1.140	26,78	11,77	7,93 <sup>(3)</sup>	1.043	648	7.688	747
<b>Sarre</b>												
1959 Octobre . . . . .	1.401	37	54	1.785	—	24,76	—	—	391	—	1.522	25
1958 Moy. mens. . . . .	1.369	38	57	1.797	1.177	24,18	12,99	7,45 <sup>(3)</sup>	348	—	905 <sup>(1)</sup>	52 <sup>(1)</sup>
Octobre . . . . .	1.396	38,7	57	1.603	1.172	26,99	12,37	7,68 <sup>(3)</sup>	351	—	902	42
<b>Italie</b>												
1959 Octobre . . . . .	47	2,8	(5)	1.112	(5)	(5)	41,04	37,47	263	3	133	246
1958 Moy. mens. . . . .	60	4	4,6	1.039	(5)	(5)	33,53	31,85	280	1	21 <sup>(1)</sup>	321 <sup>(1)</sup>
Octobre . . . . .	59	3,1	3,7	1.140	(5)	(5)	27,03	26,74	285	2	40	249
<b>Pays-Bas</b>												
1959 Octobre . . . . .	1.053	29,6	(5)	1.699	(5)	(5)	22,66	20,36	349	89	1.031	326
1958 Moy. mens. . . . .	990	31,4	48,6	1.521	(5)	(5)	18,32	15,96	340	91	746 <sup>(1)</sup>	342 <sup>(1)</sup>
Octobre . . . . .	1.085	31,1	48,5	1.526	(5)	(5)	15,39	13,18	344	107	847	366
<b>Communauté</b>												
1959 Octobre . . . . .	20.586	583,8	(5)	1.770	(5)	(5)	27,74	26,10	5.984	1.283	32.808	8.619
1958 Moy. mens. . . . .	20.533	655,3	893,3	1.579	(5)	(5)	22,76	21,13	6.203	1.262	24.538 <sup>(1)</sup>	7.015 <sup>(1)</sup>
Octobre . . . . .	22.000	642,1	876,6	1.588	(5)	(5)	21,86	20,27	6.277	1.524	24.282	5.886
<b>Grande-Bretagne</b>												
1959 Sem. du 24 au 30 octobre	4.147,2 <sup>(4)</sup>	—	647,7	à front 3.791	1.353	—	—	14,33	—	—	28.471	—
1958 Moy. hebd. 1958 Sem. du 26 oct. au 1 nov.	4.150	—	698,8	3.519	1.264	—	—	14,14	—	—	—	—
	4.402,9	—	690	3.606	1.308	—	—	14,12	—	—	—	—

(1) Stock fin décembre. (2) Absences individuelles seulement. (3) Surface seulement. (4) Houille marchande. (5) Chiffres non disponibles.

# Exposition de matériel minier

Londres, juillet 1959

Compte rendu par INICHAR

II<sup>e</sup> partie

## INLEIDING

*Het eerste deel van dit verslag verscheen in de « Annalen der Mijnen van België » van november 1959 (blz. 1064 tot 1081). Het was hoofdzakelijk gewijd aan de nieuwigheden op gebied van de mechanische winning en van het kolentransport in pijlers en ontginningsgalerijen.*

*Het tweede deel geeft meer bepaald een overzicht van de ontwikkeling en de vooruitgang inzake de ondersteuning van pijlers en galerijen en legt de nadruk op het belang van de hydraulische toepassingen op dit gebied. De nota behandelt achtereenvolgens :*

*De individuele hydraulische stijlen*

*De nieuwe soorten van voortschrijdende ondersteuning voor pijlers en galerijen*

*De beveiliging van de uitsnijdingsfronten door middel van herwinbare bouten*

*Diversen : hydraulische pompen*

*hydraulische zuigers*

*electrische motoren met waterkoeling.*

## INTRODUCTION

*La première partie de ce compte rendu a paru dans les « Annales des Mines de Belgique » de novembre 1959 (pages 1064 à 1081). Cette partie était principalement consacrée à l'examen des nouveautés en matière d'abatage mécanique et de transport du charbon en tailles et en voies de chantier.*

*La deuxième partie traite plus particulièrement des développements et des progrès en matière de soutènement des tailles et des traçages et montre l'importance prise par l'hydraulique dans ce domaine. La note passe en revue successivement :*

*Les étançons hydrauliques individuels*

*Les nouveaux types de soutènement marchant pour tailles et pour traçages*

*La protection du front des bosseyements à l'aide de boulons récupérables*

*Divers accessoires : pompes hydrauliques*

*pistons hydrauliques*

*moteurs électriques à réfrigération par eau.*

### ETANÇONS HYDRAULIQUES INDIVIDUELS

#### **Étançon Dowty, type « Duke ».**

Ce nouvel étançon de la famille Dowty a de grandes qualités et apporte des solutions intéressantes aux défauts des types précédents.

*Extension et reprise* : un seul et même levier sert au déploiement rapide, à la mise en serrage par pompage et à la dépose de l'étançon.

En plaçant le levier perpendiculairement à l'étançon (fig. 1 a) et en exerçant une pression vers le haut, on obtient un déploiement rapide de l'étançon. Dans cette position, le levier agit par l'intermédiaire d'un excentrique sur une soupape à ressort et ouvre largement un conduit qui relie le fût supérieur à l'inférieur. On amène ainsi rapidement l'étançon jusqu'au contact de la bête.

En plaçant le levier en position de pompage (fig. 1b), on aspire l'huile par un canal oblique (fig. 2a).

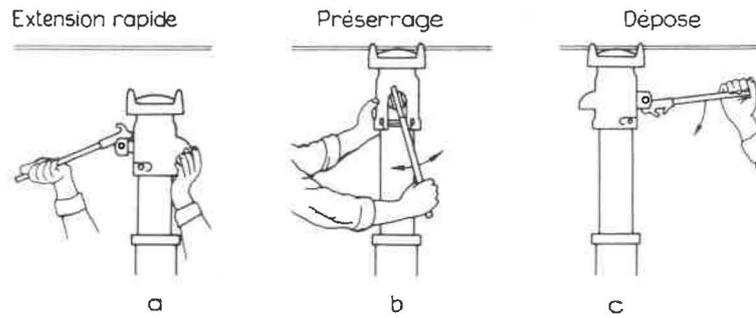


Fig. 1. — Étançon Dowty, type « Duke » — Levier de la pompe dans les trois positions :

a) d'extension rapide; b) de préserrage; c) de dépose.

Si le mouvement du levier est lent, il ne se passe rien, l'huile est simplement refoulée dans le réservoir. On peut donc amener le levier dans la position la plus favorable pour le serrage final. Si le mouvement est bref, il y a compression d'un joint métallique annulaire flexible qui ferme l'aspiration et force l'huile à passer dans le fût inférieur (fig. 2b). L'extension a lieu alors à raison de 5 mm par coup de pompe. On peut ainsi donner un préserrage de 5 à 7 tonnes.

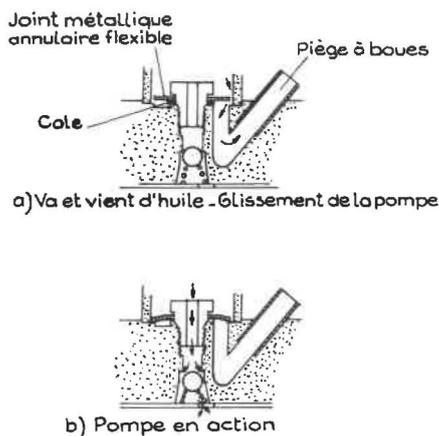


Fig. 2. — Vue schématique montrant le dispositif de glissement utilisé dans la pompe de l'étançon Dowty, type « Duke ».

Pour la reprise, il suffit de placer à nouveau le levier dans une position perpendiculaire à l'étançon, mais cette fois tourné vers le bas (fig. 1c).

En appuyant vers le bas, le levier agit d'abord sur une bille de faible section qui ouvre un petit conduit et permet une première détente qui décharge l'étançon. Quand l'équilibre de pression est réalisé entre les 2 fûts, en continuant à appuyer sur le levier, on ouvre un conduit plus large qui assure alors une descente rapide du fût supérieur.

*Protection de l'étançon en cas de coulissement jusqu'à fond de course.*

Les étançons sont équipés d'une tête amovible en fonte malléable, peu coûteuse, qui protège tous les

organes. Cette tête porte un renflement qui vient prendre appui sur le tube de protection inférieur. Quand l'étançon arrive à fond de course, il ne porte pas sur le piston, mais la charge est transmise par le renflement au fût inférieur. Il peut ainsi supporter sans dommage une charge de 80 tonnes.

*Nouveau reniflard pour éviter les pertes d'huile.*

Le reniflard a été spécialement étudié pour éviter les fuites d'huile aux étançons pendant leur transport ou lorsqu'ils étaient couchés dans la taille.

A cet effet, une grosse bille d'acier, placée dans un petit entonnoir, appuie sur un ressort qui maintient une soupape ouverte quand l'étançon est en

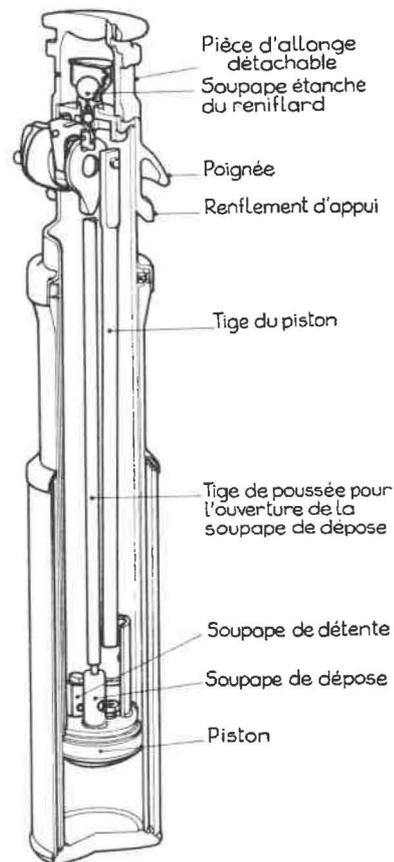


Fig. 3. — Vue schématique de l'étançon montrant le nouveau reniflard inséré dans la tête.

position verticale ou faiblement inclinée. A ce moment, le réservoir d'huile est en liaison avec l'extérieur et l'air circule librement dans un sens ou dans l'autre suivant les besoins (fig. 3).

Si on incline l'étauçon à plus de 45°, la grosse bille d'acier roule dans l'entonnoir, le ressort n'est plus comprimé et la soupape se ferme.

A ce moment, l'étanchéité du réservoir est parfaite et il n'y a plus de risque de perte d'huile. En relevant l'étauçon, la bille d'acier ouvre à nouveau le reniflard.

#### Facilités d'entretien et de réparation.

Pour remettre de l'huile dans le fût supérieur, on a prévu un bouchon fileté dans la tête de l'étauçon.

Pour démonter l'étauçon, il suffit d'enlever 4 points de soudure. Les surfaces exposées sont traitées pour résister à la corrosion et l'emploi d'huile inhibitrice protège les parties internes.

Des joints racleurs nettoient régulièrement le fût supérieur lors de son affaissement.

La tête amovible porte également une poignée, ce qui facilite les manipulations de l'étauçon.

Ces étauçons peuvent être utilisés dans une gamme d'ouvertures de couches variant de 75 cm à 2,10 m. La soupape de détente est réglée pour assurer le coulisement entre 20 et 22 t.

#### Etauçon Dobson.

Cet étauçon a déjà été décrit d'une façon détaillée (1).

Actuellement, il est utilisé dans plus de 100 exploitations minières du N.C.B. et est exporté vers différents pays. Aux deux modèles déjà existants, la firme en ajoute un troisième qui mesure fermé 1,32 m et ouvert 2,00 m. Avec une allonge de 0,45 m, ces dimensions deviennent 1,77 m et 2,45 m. La gamme des ouvertures s'étend donc de 0,56 m à 2,45 m.

#### Etauçon Polar (2).

Cet étauçon, construit par la firme B.R.D. à Aldridge-Staffordshire, se caractérise par sa tête amovible et d'une façon générale par la facilité d'assemblage et de démontage. Il en résulte donc un allègement des problèmes d'entretien et de transport.

L'étauçon Polar a les qualités des étauçons hydrauliques individuels : il coulisse très régulièrement sous une charge de 20 tonnes, le serrage initial étant de 7 tonnes.

L'étauçon se compose de quatre grandes parties : la tête, le fût coulissant, le cylindre correspondant et le tube de guidage et de protection du fût coulissant.

(1) Bultec « Mines » Inichar n° 50.

(2) Extrait partiellement de Colliery Guardian, 23 octobre 1958, p. 501/505, 11 fig.

Le diamètre extérieur du cylindre est de 120 mm (fig. 4).

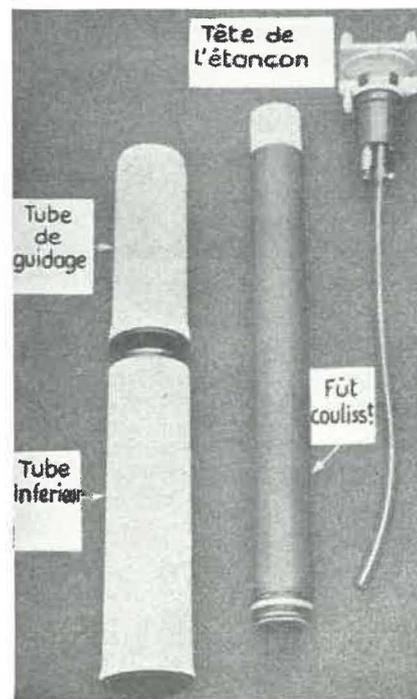


Fig. 4. — Parties constitutives de l'étauçon Polar.

La tête d'étauçon pèse 7 kg. Elle contient 70 % des organes essentiels de l'ensemble, à savoir : la pompe de préserrage, la soupape correspondante, le mécanisme de décharge à deux étages, le reniflard, une soupape automatique à air, un filtre et la soupape de coulisement.

En concentrant ces dispositifs, on a en vue de permettre le remplacement, au fond, d'une tête dé-

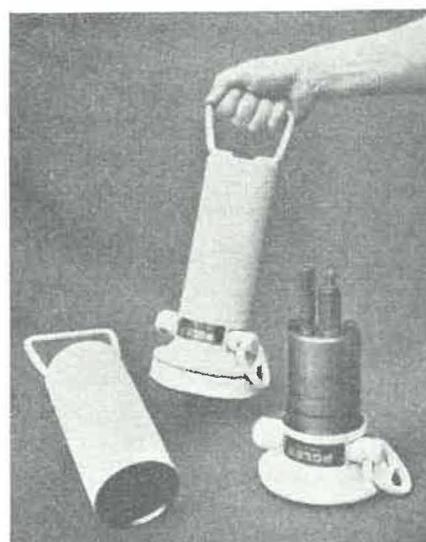


Fig. 5. — Tête d'étauçon Polar prête au transport.

A droite : tête d'étauçon facilement interchangeable.  
A gauche : tube protecteur avec poignée.  
Au centre : ensemble prêt au transport.

fectueuse, opération qui ne nécessite que 2 à 3 minutes de la part d'un opérateur même inexpérimenté. La figure 5 montre à droite, une tête, à gauche, son coffre protecteur, et au centre, l'ensemble prêt au transport. Le filtre protège la soupape de coulissement. L'orifice d'échappement de l'air est également protégé par un filtre de façon à éliminer toute impureté. Afin d'éviter les fuites d'huile par l'orifice d'échappement de l'air, ce qui est à craindre lorsque l'étauçon est couché en taille ou pendant le transport, on a prévu une soupape automatique qui obture l'orifice d'air quand l'étauçon n'est pas vertical ou presque vertical.

Le fût coulissant se termine vers le bas par un piston qui reçoit la pression d'huile. Le fût se déplace dans le cylindre, sa partie supérieure étant guidée par le tube de guidage.

Le tube de guidage est vissé au tube inférieur de protection de sorte que l'ensemble a un bel aspect et est robuste (fig. 6).

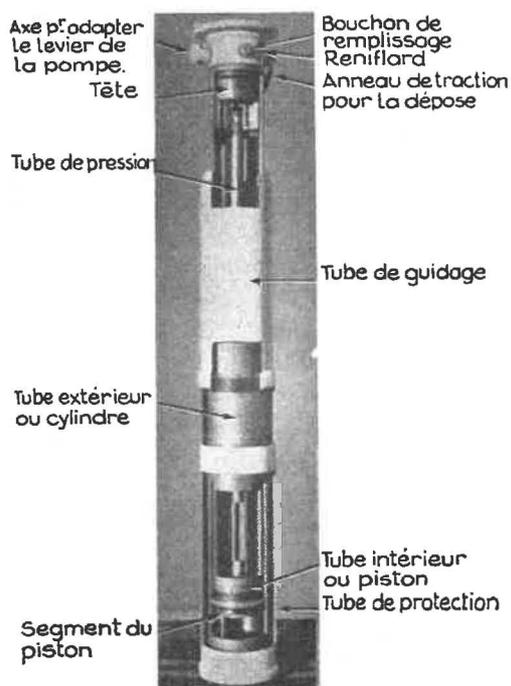


Fig. 6. — Vue d'ensemble de l'étauçon Polar.

Partant de la tête, un tuyau en acier rigide à haute pression descend jusque dans la partie inférieure du fût coulissant. C'est un tuyau de 7/8" de diamètre extérieur et de 2,2 mm d'épaisseur. Le réservoir à huile est dans le fût coulissant. L'huile en est pompée par un tuyau plastique de 3/4" de Ø extérieur et 1/2" de Ø intérieur.

La gamme des étauçons disponibles va de 0,50 m - 0,65 m à 1,80 m - 2,75 m et tous s'accrochent de la même tête interchangeable. Des accessoires de tête et de pied peuvent s'adapter sur demande aux étauçons standardisés. Pour la mise en place, il suf-

fit d'introduire le levier de manœuvre dans le logement prévu. La pompe fonctionne quelle que soit l'amplitude des mouvements de pompage, ce qui est commode dans les endroits exigus. Le cas échéant, l'emploi d'un levier de fortune ne causera aucun mal car le mécanisme est calculé avec de forts coefficients de sécurité. Pour le retrait de l'étauçon, il suffit de tourner légèrement une clé de verrouillage située sur le côté de la tête d'étauçon. Tant que la charge sur l'étauçon reste importante, la descente du fût est lente. Elle devient rapide lorsque la charge décroît. Ceci est très important car on ne modifie pas brusquement l'état de contrainte des bancs du toit, ce qui pourrait être dangereux. Le verrou peut être manœuvré à distance au moyen d'un câble souple.

Pour la pose, on commence par ouvrir la soupape de décharge. Dans cet état, l'étauçon peut être pendu par la tête à une bèle pour être mis rapidement à la longueur correspondant à l'ouverture de la taille. On peut aussi étirer l'étauçon dressé sur le mur en soulevant à la main la tête et le fût coulissant solidaire. Il faut 18 à 20 s pour ramener l'étauçon à sa position fermée.

Les essais de résistance des étauçons ont été conduits de deux manières différentes. D'abord l'étauçon complètement fermé fut éprouvé sous charges croissantes qui atteignirent 76 tonnes avant que l'on constate des déformations. Ensuite, le cylindre hydraulique fut mis à l'épreuve alors que la soupape de coulissement était bloquée. Les signes de détérioration apparurent pour une charge voisine de 49 tonnes.

Les étauçons Polar peuvent rester en service longtemps sans remonter. Nous avons indiqué de quelle manière une tête peut être changée rapidement. On répare de la même manière, au fond, le piston du fût coulissant. L'opération ne demande que 3 à 4 minutes à un ouvrier semi-qualifié. On refait le plein d'huile au moyen d'une petite pompe portable fixée à un réservoir d'appoint. Le refoulement de la pompe est raccordé à un orifice Tecqlemite prévu dans la tête d'étauçon. Au cours du remplissage, le fût coulissant s'étire hors du cylindre. S'il y a surplus d'huile, il s'écoule automatiquement à travers l'orifice d'échappement d'air mentionné plus haut. La pompe débite environ 2,25 litres par minute d'une huile propre et filtrée.

#### Etauçon Mönninghoff, système « Noë ».

Pour la pose de cet étauçon, on utilise un groupe moto-pompe facilement transportable qui, par l'entremise d'un pistolet de pose, aspire le fluide hydraulique contenu dans le fût supérieur de l'étauçon qui sert de réservoir et le refoule sous haute pression, dans le fût inférieur de l'étauçon (fig. 7). Il n'y a donc pas de réservoir d'huile central ni de conduite d'huile à haute pression en taille. Le groupe moto-pompe pesant 28 kg est monté sur traîneau. Il n'est

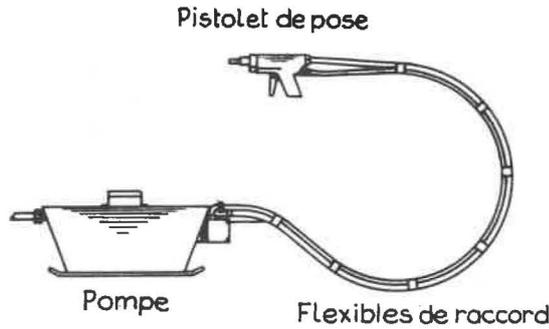


Fig. 7. — Groupe moto-pompe pour la pose des étaçons Mönninghoff, système « Noë ».

branché que pour la pose et convient pour un grand nombre d'étaçons (200 par exemple). Chaque poseur d'étaçons doit disposer d'une telle pompe qui débite 5 litres/min d'huile à 250 kg/cm<sup>2</sup>. La pompe est généralement actionnée à l'air comprimé, mais peut être pourvue d'une commande électrique. Avec une pression de 4,5 kg/cm<sup>2</sup>, on peut obtenir une charge de pose de 25 t environ. Le temps de pose est court, de l'ordre de 30 à 60 s, et ce, indépendamment de la force musculaire et de l'effort personnel de l'ouvrier. La portance initiale de l'étaçon peut être réglée entre 20 et 30 t.

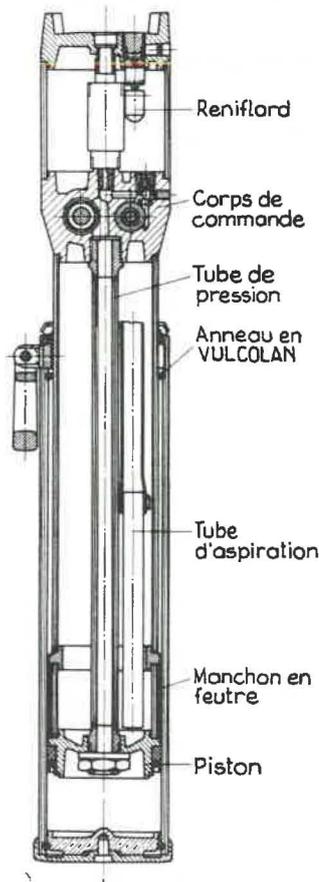


Fig. 8. — Vue schématique de l'étaçon Mönninghoff, système « Noë ».

Le mécanisme central de l'étaçon est constitué par le corps de commande disposé dans le fût supérieur. Il comprend tous les organes importants et pièces de précision, telles que soupape de coulissement, soupape contre les coups de charge, soupape de dépose, etc. (fig. 8). La liaison entre le fût inférieur ou chambre de travail et le corps de commande est assurée par un tuyau central qui est sous pression quand l'étaçon est en serrage. Le reniflard est un petit dispositif pendulaire placé sous la tête, qui évite toute perte d'huile pendant le transport ou en position couchée. Il est facile de remplacer, même au fond, les soupapes ainsi que le corps de commande.

Pour éviter l'encrassement du fût, on a prévu 3 dispositifs en cascade :

1<sup>o</sup>) Une série d'anneaux-racloirs élastiques pour l'enlèvement des croûtes de boue ; ces anneaux-racloirs sont fixés à des poignées et mobiles le long du fût supérieur (fig. 9).

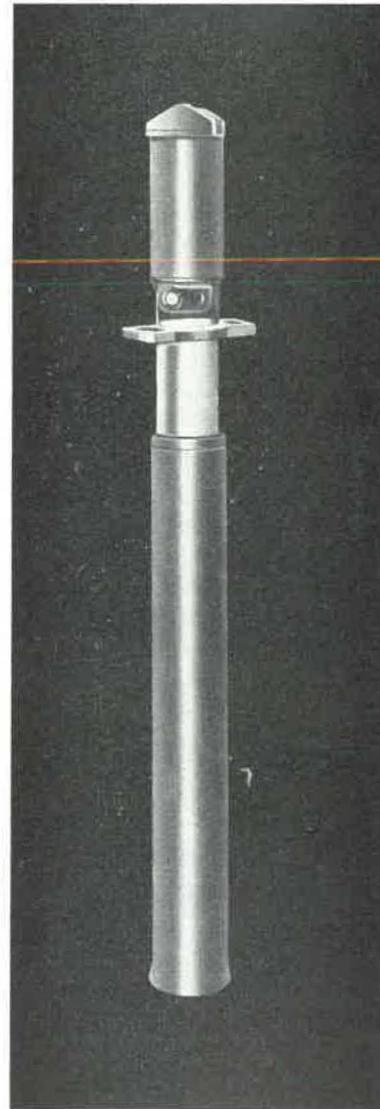


Fig. 9. — Etaçon Mönninghoff, système « Noë ».

2°) Un anneau-racleur en « Vulkolan », placé en tête du fût supérieur pour enlever les particules plus fines (fig. 8).

3°) Un manchon en feutre de 150 mm de hauteur, disposé au-dessus du piston. Le manchon de feutre, imprégné d'huile spéciale, sert en outre à lubrifier la paroi du cylindre (fig. 8).

Le piston est guidé dans le fût inférieur (ou cylindre) par une bague en matière synthétique. On évite ainsi le glissement de pièces métalliques l'une sur l'autre et l'on ménage la paroi du cylindre. Une butée annulaire limite le déploiement du fût supérieur.

L'étauçon est muni d'une soupape de coulissement ordinaire et d'une soupape de protection contre les coups de charge. La pression de mise en action de celle-ci est réglée à environ 10 % au-dessus de celle de la soupape de coulissement, elle possède une grande section de passage, qui permet des vitesses de coulissement rapide de 2 à 2,5 m/s environ. Cette soupape est également utilisée pour la dépose.

Les différentes pièces du fût supérieur : piston - tuyau - mécanisme de commande - fût supérieur et tête d'étauçon, s'emboîtent et sont assemblées solidement par des vis de serrage centrales. Le fût coulissant supérieur est galvanisé afin de retarder les effets de la corrosion.

Le fût inférieur peut être en acier ou en alliage d'aluminium fort résistant, avec addition de béryllium. Il est pourvu d'une semelle d'obturation amovible, ce qui facilite le montage et le remplacement des éléments d'étanchéité.

La tête de l'étauçon a la forme d'un toit à deux pans avec deux saillies latérales pour éviter le glissement de la bête. Cette forme a pour effet d'éviter les charges excentrées sur la tête de l'étauçon (fig. 9).

L'étauçon est léger puisqu'il ne contient pas de pompe individuelle.

Le pistolet de pose. La conduite d'aspiration et la conduite de refoulement sont réunies dans le pistolet de pose sous forme d'un double raccord concentrique (fig. 10). Lors de la pose, le pistolet est introduit dans l'étauçon et verrouillé. En agissant sur un levier inséré dans la poignée du pistolet, on en-

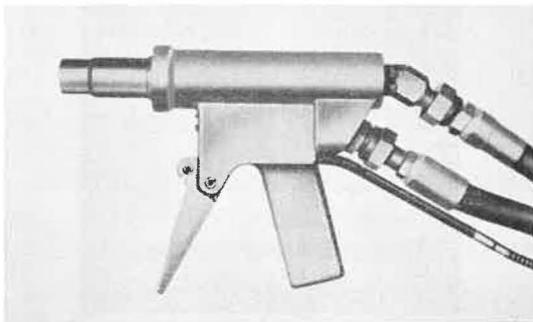


Fig. 10. — Pistolet de pose des étauçons Mönninghoff.

clenche le moteur de la pompe, ce qui donne le déploiement de l'étauçon et le serrage au terrain. Les surfaces de contact — l'embouchure du pistolet et le raccord à l'étauçon — sont nettoyées automatiquement après chaque opération de pose au moyen d'un embout et d'une douille de décrassage.

Après l'opération de pose, l'orifice de remplissage est recouvert d'un couvercle pivotant en plastique.

En pratique, on peut également utiliser l'étauçon comme pousseur pour riper le convoyeur ou une tête motrice ou comme élément tendeur (fig. 11).



Fig. 11. — Etauçon utilisé pour le ripage d'une tête motrice.

### Pile Dowty (3).

Les principes qui ont conduit à la réalisation des étauçons Dowty du type Duke ont trouvé tout naturellement une application nouvelle dans les piles

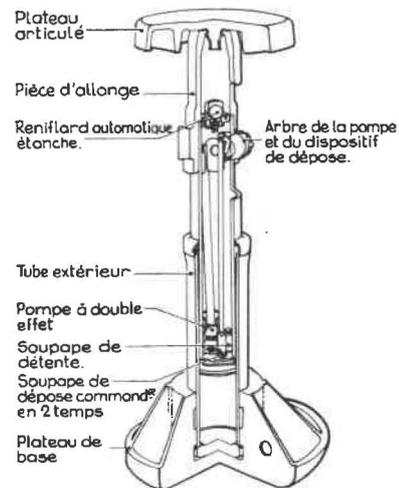


Fig. 12. — Pile Dowty de 50 tonnes.

que l'on place à la ligne de foudroyage de l'arrière-taille (fig. 12). Cette pile, qui a une portance de 50 t, est construite en trois grandeurs et s'acc-

(3) Extrait de « Colliery Guardian », 1<sup>er</sup> octobre 1959.

mode de 5 allonges différentes interchangeable, ce qui fait une gamme de 15 piles dont la plus petite mesure 0,70 m fermée, 0,90 m ouverte, et la plus haute mesure 1,28 m fermée et 1,69 m ouverte.

La pile se compose de 4 parties principales :

#### 1. Le chapeau.

Le chapeau est en acier à 50 kg/mm<sup>2</sup>. Il est de forme circulaire au diamètre de 0,40 m avec des bords arrondis, ce qui lui confère une surface portante de 10 dm<sup>2</sup>. Il pèse 29,5 kg. Le chapeau est posé sur l'allonge de tête. Il peut s'incliner de 25° par rapport à l'axe vertical avant de se caler. Il est résistant aux déformations du fait de sa forme, de son profil et de son épaisseur.

#### 2. L'allonge de tête.

Cette allonge se fixe sur le fût coulissant. A cet effet, la partie inférieure de l'allonge est renflée et alésée au diamètre du fût coulissant sur lequel elle vient appuyer par un épaulement. La longueur au-dessus de cet épaulement peut varier de 0 à 0,28 m. La longueur sous l'épaulement n'est pas la même sur tout le pourtour. Un passage est ménagé pour l'entrée du levier de pompe. A cet endroit, un boulon traverse l'allonge et le fût pour les rendre solidaires. Sur la génératrice diamétralement opposée, on a fixé une poignée qui facilite le déploiement rapide. L'allonge en acier coulé à 33 kg/mm<sup>2</sup> a un diamètre intérieur de 0,10 m et une épaisseur de 14,2 mm.

#### 3. Le corps de la pile.

Il est formé d'un cylindre creux dans lequel coulisse le fût supérieur. Dans ce dernier, sont logés le mécanisme de pompe à main, le dispositif de foudroyage, le reniflard et la soupape de coulissement. C'est en même temps le réservoir de fluide hydraulique. Le piston proprement dit est placé à la base du fût coulissant. La pompe et les 2 soupapes y sont fixées. Cylindre et piston sont en acier à 43 kg/mm<sup>2</sup>. Le fût coulissant a un diamètre de 0,10 m et une épaisseur de 9,5 mm. Le cylindre a un diamètre intérieur de 124 mm et une épaisseur de 19 mm.

#### 4. L'embase.

Moulée dans le même acier que la tête, elle pèse 69 kg et présente un contact au mur de 1650 cm<sup>2</sup>. Sa forme lui permet de glisser sur un mur inégal tout en gardant sa stabilité statique pour une inclinaison de 19° à pleine ouverture. Le crochet d'un petit treuil peut être passé dans un trou prévu à cet effet. Les manœuvres de mise en place, pompage, dépose, sont identiques à celles du Duke. Pour riper la pile, on l'attache au transporteur au moyen d'un « tire-fort » ou d'un vérin, à moins qu'on ne l'attache

avec un simple câble et que l'on n'avance le transporteur.

Si la pile n'est pas en service et qu'on désire la déplacer parallèlement au front, il peut être avantageux d'ôter le chapeau puis de faire cheminer la pile en la saisissant par le haut en l'inclinant et en lui imprimant un mouvement qui la fait se déplacer sur la périphérie de son embase à la manière d'une bonbonne ou d'un réservoir cylindrique vertical.

#### Caractéristiques et fonctionnement.

Pour la mise en place, on saisit la poignée de la main gauche et on pompe de la main droite. Chaque coup de pompe fait monter la pile de 6,5 m environ. Après contact du chapeau, la pile se serre avec une charge de 5 t. Ceci est obtenu en quelques coups de pompe, même légers, mais il est très difficile d'appliquer une charge plus élevée même en pompant avec énergie, car le mécanisme est conçu de façon que toutes les piles soient serrées avec la même charge initiale.

Pour décaler la pile, on relève le levier de la pompe. Si l'on est obligé de se tenir à distance, on obtiendra le même effet par traction de 50 kg. La pile se referme sous le poids du chapeau à la vitesse de 5 cm/s.

Quand la pile se met en charge, elle atteint d'abord 50 t avant de coulisser. Sa course est alors de 0,56 mm et la charge descend à 48,5 t au plus bas. Le cas échéant, la charge de coulissement peut être réglée à une valeur supérieure.

Si par hasard la pile se referme complètement, elle peut supporter une charge de 100 t sans en être affectée. Quant aux dispositifs de soupape, ils ont fait leurs preuves dans les étançons eux-mêmes, ce qui constitue une garantie pour le bon fonctionnement hydraulique de la pile de 30 t.

## SOUTÈNEMENTS HYDRAULIQUES MARCHANTS POUR TAILLES

### Soutènement Dowty Roofmaster.

Le soutènement marchant du type Dowty Roofmaster (fig. 13) a déjà fait l'objet de descriptions très détaillées (4). Ce type de soutènement équipe d'ailleurs plus de 20 tailles en Grande-Bretagne et a déjà largement démontré ses possibilités d'application dans des conditions très diverses.

(4) Bultec « Mines » Inichar n° 50, mars 1956.  
A.M.B., février 1959, p. 139/142 et 159/165.

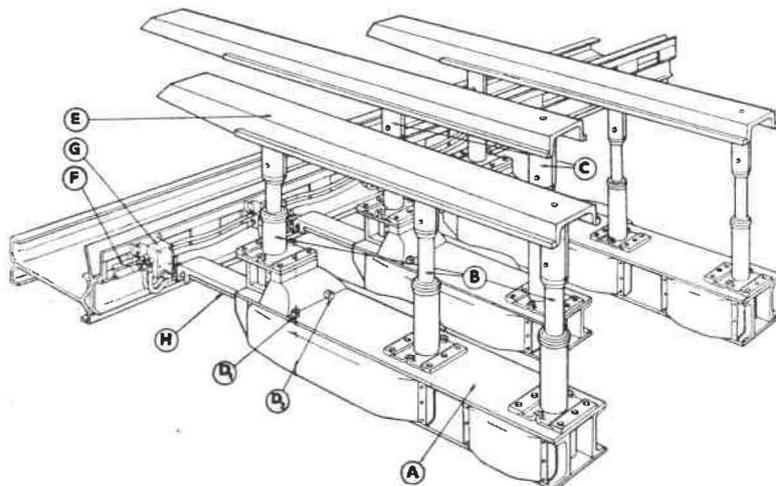


Fig. 13. — Représentation schématique du soutènement marchant Dowty Roofmaster.

### Soutènement Seaman-Gullick.

Le soutènement constitué de piles à 4 étançons a été décrit en détail (5) (fig. 14). La même firme vient de mettre en service un nouveau soutènement dérivé des piles classiques à 4 étançons, appelé Gullick GRS 5.

Ce sont des piles à 3 étançons, un en avant, deux en arrière, alternant avec deux cadres à 2 étançons seulement (fig. 15). Les unités à 3 étançons sont équipées d'un vérin horizontal à double effet, dont la tête de piston est attachée au transporteur de taille. Les cadres à 2 étançons sont liés entre eux par un câble passant sur des poulies fixées sur le transporteur. On ne desserre qu'un cadre à la fois pour le ripper en même temps que le convoyeur, au moyen du vérin des piles triangulaires. De cette façon, le toit reste maintenu par une force de 60 t au-dessus d'un cadre à 2 étançons et par une force de 90 t au-dessus d'une pile triangulaire. Le vérin a une course voisine de 0,65 m de sorte que le convoyeur est poussé de cette longueur, tandis qu'un des cadres à 2 étançons progresse de  $\pm 1,30$  m (fig. 16).

(5) A.M.B., février 1959, p. 138 et 148/154.

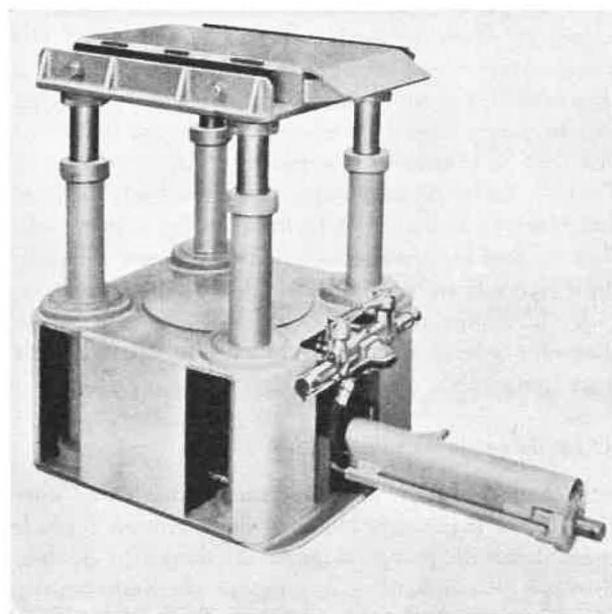


Fig. 14. — Soutènement marchant Seaman Gullick constitué de piles à 4 étançons.

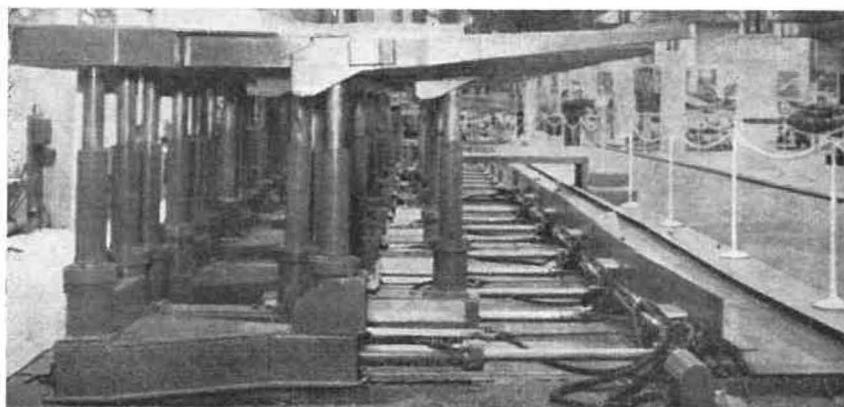


Fig. 15. — Soutènement marchant système Gullick GRS 5 (pile triangulaire combinée avec des tandems jumelés).

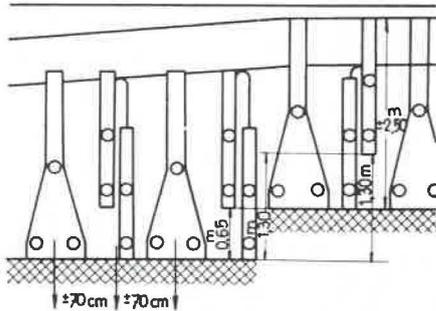


Fig. 16. — Schéma de progression du soutènement Gullick GRS 5 — On remarque qu'un des éléments du tandem progresse en une fois de 1,30 m. A chaque progression, il y a toujours un élément de chaque tandem qui n'est pas desserré et qui maintient le toit.

Au ripage suivant, c'est le cadre voisin qui est desserré et avancé de  $\pm 1,30$  m. Les éléments à 3 et à 2 étançons sont voisins l'un de l'autre de sorte que le toit n'est jamais complètement desserré sur toute la longueur de la taille lors d'un ripage.

#### Soutènement Dobson.

Contrairement aux systèmes Gullick et Dowty, le soutènement Dobson peut avancer sans exercer de traction sur le convoyeur blindé. Les éléments sont constitués de deux tandems accolés (double two) placés à cheval sur un vérin hydraulique horizontal à double effet (fig. 17). Le tandem principal appelé « master » est fixé au piston, tandis que l'autre appelé « slave » est solidaire du cylindre. Un élément est toujours serré au terrain et sert d'appui

à l'autre pendant la manœuvre d'avancement. La course est de 60 cm. La distance d'axe en axe entre 2 éléments peut atteindre 1,20 m. Les bèles sont montées sur des joints sphériques pour assurer un bon centrage des efforts. Les étançons avant portent une bèle articulée dont l'extrémité peut être appliquée au toit à l'aide d'un piston hydraulique.

Cette bèle peut faire un angle de  $6\ 1/2^\circ$  avec l'horizontale et exercer à son extrémité avant une poussée de bas en haut qui peut atteindre 2,5 t. L'appui offert au toit près des fronts dans la partie en porte-à-faux est donc très efficace.

Tous les éléments sont raccordés par flexible à une pompe et un réservoir central placés dans la voie du chantier. La pression d'alimentation est relativement faible (60 à 70 kg/cm<sup>2</sup>), mais la charge de pose des étançons peut varier de 5 à 25 t grâce à l'emploi d'un surpresseur. Le fluide employé est une émulsion d'eau et d'huile soluble.

Certains éléments portent en plus à l'avant des vérins hydrauliques spéciaux pour avancer le convoyeur blindé ou pour exercer sur lui une poussée continue comme cela est requis dans les tailles équipées de rabots.

#### Soutènement Wild Desford.

Deux types de soutènement étaient exposés. Tous deux utilisent comme élément de soutènement des piles hydrauliques Desford (6), le liquide hydrau-

(6) Voir description de ces piles dans A.M.B., juillet 1958, p. 665/666.

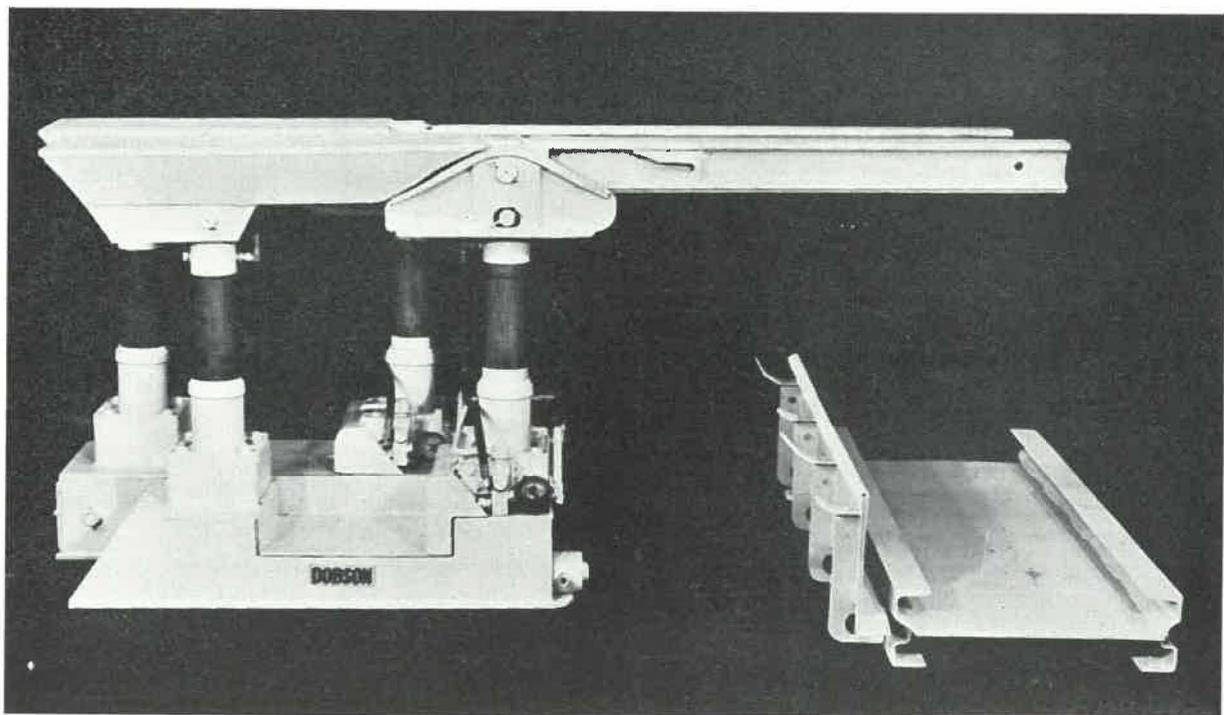


Fig. 17. — Soutènement marchant Dobson, type « Double Two ».

lique étant constitué d'un mélange d'eau et d'huile soluble.

### 1) Type « Goal Post ».

Sur ce type, chaque élément est constitué de deux piles Desford dont la portance peut atteindre 50 t, reliées entre elles par une bèle métallique largement dimensionnée et en forme de portique rigide. La surface en contact avec le toit est  $0,9 \text{ m}^2$  (fig. 18). La distance entre axes de piles conserve une

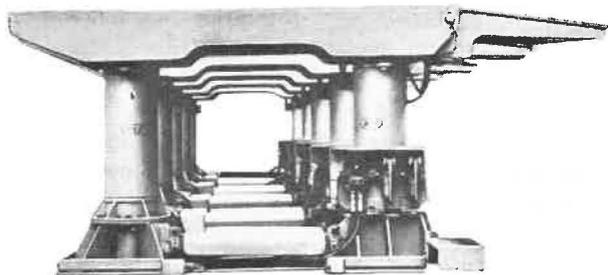


Fig. 18. — Soutènement marchant Wild Desford, type « Goal Post ».

valeur fixe. Les bases des piles sont fixées sur des caissons soudés, solidaires d'un patin de liaison. Les vannes de commande et les distributeurs sont fixés sur ces caissons et protégés par des fers plats soudés.

A l'extrémité avant de la bèle rigide se loge un bout de bèle articulée, de largeur un peu inférieure à la largeur du convoyeur de taille. Ce petit élément assure la protection du porte-à-faux en avant des piles, il est articulé sur un pivot à la partie supérieure du portique, son mouvement de rotation autour de l'axe du pied est obtenu par un petit vérin hydraulique logé à l'intérieur du portique.

A l'avant du patin inférieur est ménagée une articulation servant d'attache à un cylindre pousseur à double effet, fixé à son autre extrémité au convoyeur de taille.

#### Fonctionnement.

Au début du poste, le convoyeur se trouve contre le soutènement, les pistons de liaison étant fermés.

Au cours de l'abatage, suivant que l'engin utilisé travaille par enlevure successive de faible largeur (rabot) ou par enlevure large (Anderton), les pousseurs ripent le convoyeur progressivement jusqu'à atteindre la fin de course, ou sont étendus en une fois d'une course complète. Lorsque les pousseurs sont en fin de course, les éléments de soutènement sont décalés et ramenés vers le panzer. Les commandes de l'affaissement, de ripage et de serrage des éléments sont décalées d'une unité ; de cette façon, l'homme qui actionne les leviers est toujours protégé par un élément immobile et calé au toit.

Les mouvements suivants sont exécutés :

- 1<sup>o</sup>) Décalage du bout de bèle en porte-à-faux qui s'efface vers le bas.
  - 2<sup>o</sup>) Décalage du portique, affaissement de 2 étançons.
  - 3<sup>o</sup>) Ripage de l'élément.
  - 4<sup>o</sup>) Extension des étançons et serrage du portique au toit.
  - 5<sup>o</sup>) Mise en place du bout de bèle en porte-à-faux.
- Le prix d'un élément complet, y compris les vannes de commande, est de £ 265.

### 2) Type « Gull Wing ».

Ce soutènement est constitué de deux étançons piles Desford de 50 tonnes, reliés entre eux uniquement par la base et à l'aide d'un piston hydraulique (fig. 19). La surface de contact au toit est de  $0,65 \text{ m}^2$ .

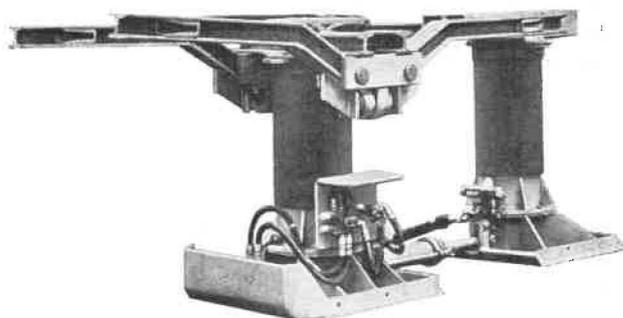


Fig. 19. — Soutènement marchant Wild Desford, type « Gull Wing ».

Les éléments de ce soutènement peuvent être avancés indépendamment de l'engin de transport utilisé en taille.

L'étançon arrière est muni en tête d'une bèle assez large reposant sur une rotule, sa base est fixée sur un caisson solidaire d'un piston à double effet le reliant à l'autre étançon.

A la tête de l'étançon avant et s'appuyant sur une rotule, une large bèle est fixée dans le prolongement de celle de l'étançon arrière. Cette bèle centrale supporte de part et d'autre quatre bèles articulées sur des pivots, ces quatre bèles sont maintenues contre le toit par des vérins hydrauliques logés sous la bèle centrale ; lors du ripage, elles s'abaissent par décompression des vérins.

#### Fonctionnement.

Contrairement au type Goal Post précédemment décrit, la longueur entre 2 étançons est variable.

Avancement du soutènement :

- 1<sup>o</sup>) Au début du cycle, le piston est entièrement refermé, la distance est minimum.
- 2<sup>o</sup>) Décalage de l'élément avant, bèle puis étançon.
- 3<sup>o</sup>) Ripage de cet élément par le piston prenant appui sur l'étançon arrière maintenu en place.
- 4<sup>o</sup>) Mise sous tension de l'étançon avant et calage des bèles au toit.

- 5°) Décalage de l'étau arrière.
- 6°) Ripage de l'étau arrière, le piston est ramené à sa longueur minimum.
- 7°) Mise sous tension de l'étau arrière.

### SOUTÈNEMENTS HYDRAULIQUES MARCHANTS POUR TRAÇAGES

#### « Dowty Canopy ».

Ce soutènement comporte deux groupes de bèles formant ponts au-dessus de la galerie et soutenus par des étaux latéraux (fig. 20).

Le pont avant comporte deux bèles et 4 étaux et le pont arrière 3 bèles et 6 étaux. Ceux-ci sont

montés sur de solides semelles arrondies à l'avant et à l'arrière pour faciliter le glissement sur le mur. L'espace entre les bèles est couvert par un poutrelage métallique qui assure un bon garnissage et une protection très efficace du personnel. Deux encadrements métalliques rectangulaires arrondis à l'avant établissent une liaison entre les semelles des deux ponts et servent de guides lors du ripage. Les semelles du pont avant se déplacent toujours à l'intérieur du cadre. Celui-ci est accroché au pied de l'étau avant du 2<sup>me</sup> pont.

La progression des ponts est assurée par deux cylindres hydrauliques à double effet. Il est possible d'avancer indépendamment les supports d'une paroi avant ceux de l'autre (fig. 21). Les bèles occupent

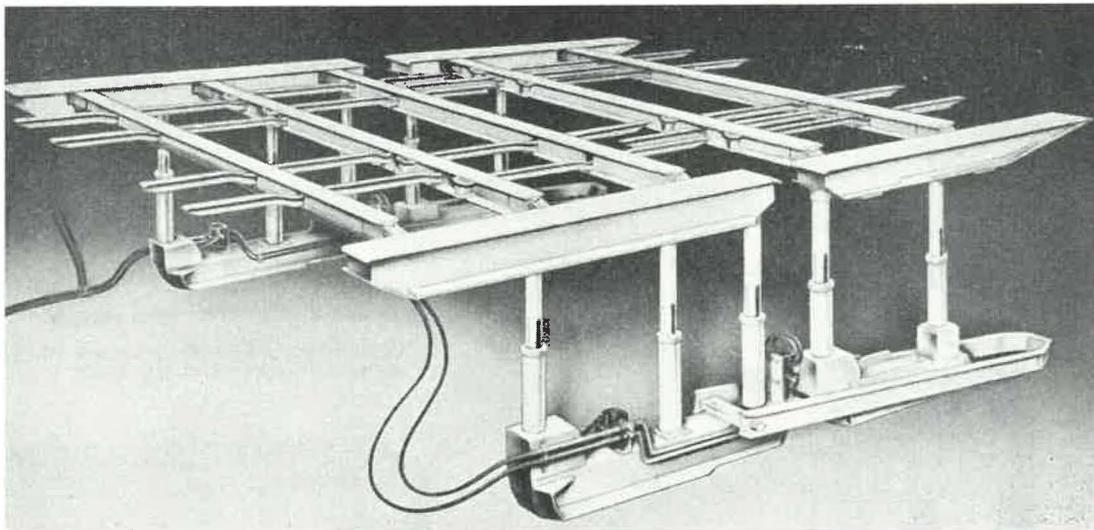


Fig. 20. — Soutènement marchant pour traçages, type « Dowty Canopy ».

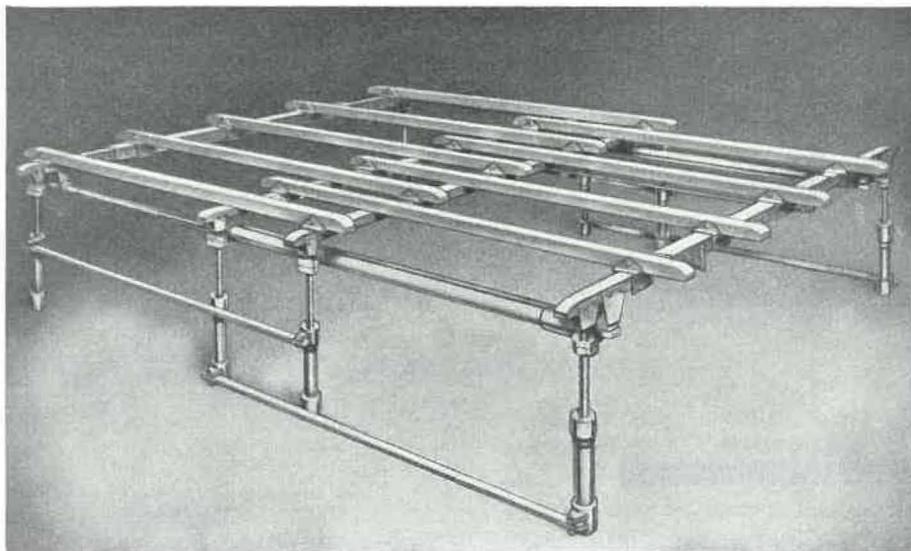
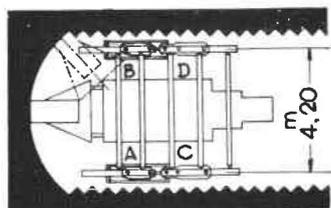


Fig. 22. — Soutènement marchant pour traçages, type « Bouclier Rodjo » de Dowty.

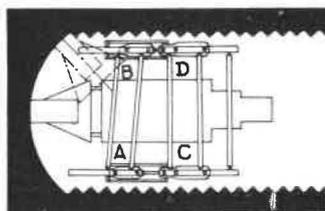
alors momentanément une position oblique. Elles sont faiblement extensibles pour maintenir les supports parallèles aux parois de la galerie malgré la progression alternative.

### Bouclier « Rodjo » de Dowty.

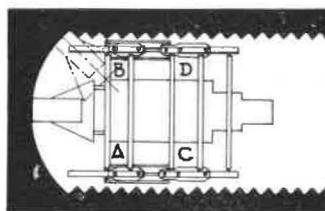
Ce bouclier, plus léger que le précédent, est également destiné au soutènement des traçages. Il est cependant basé sur un principe de progression très



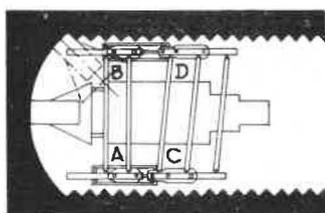
1. Position initiale



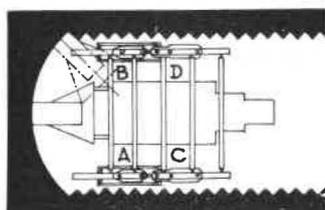
2. Support A avancé



3. Support B avancé



4. Support C avancé

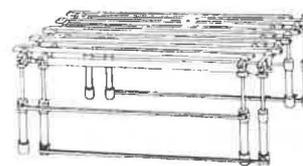


5. Support D avancé

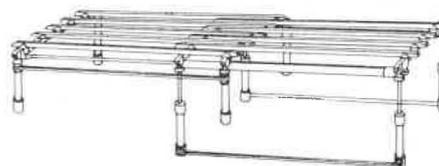
Fig. 21. — Représentation schématique de la progression en quatre temps du soutènement pour traçages, type « Dowty Canopy ».

différent. Il comporte deux cadres métalliques rectangulaires qui s'interpénètrent et qui portent chacun respectivement 4 et 5 bèles métalliques disposées suivant l'axe du traçage à creuser et qui s'appuient toutes sur 3 traverses. Chacun des cadres est porté par 4 étaçons hydrauliques ordinaires, reliés deux à deux par des barres horizontales disposées parallèlement aux parois de la galerie. Ces barres sont fixées au sommet des fûts inférieurs des étaçons, pour le cadre avant, et au pied des étaçons, pour le cadre arrière (fig. 22).

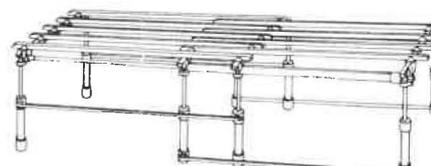
Le long des deux parois, les cadres portent deux cylindres télescopiques hydrauliques à double effet,



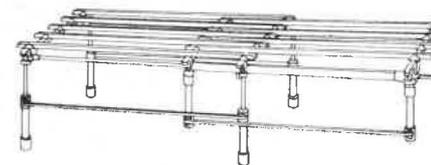
1. Les 2 boucliers se recouvrent  
Tous les étaçons sont en place



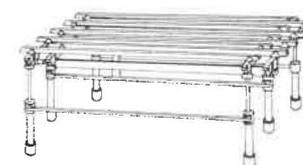
2. Le bouclier 1 progresse. Les étaçons de ce bouclier sont rétractés (suspendus)



3. Le bouclier 1 est en place.  
Les étaçons sont appliqués au mur



4. Le bouclier 2 progresse. Les étaçons de ce bouclier sont rétractés.  
L'ensemble est suspendu au bouclier 1



5. Retour à la position initiale après une progression de 2 m.

Fig. 23. — Représentation schématique de la progression en quatre temps du soutènement pour traçages, type « Bouclier Rodjo » de Dowty.

qui servent à la progression de l'ensemble. Ces cylindres sont pendus aux bèles transversales.

Au début du cycle, les deux cadres sont complètement rentrés l'un dans l'autre. Pour avancer le cadre avant, on décale les 4 étançons mais, contrairement au système généralement adopté, les fûts inférieurs remontent vers le toit et l'ensemble est complètement suspendu au cadre arrière pendant la progression (fig. 23). En fin de course, on réadmet à nouveau l'huile dans les étançons, les fûts inférieurs redescendent et se calent au mur. Le même cycle recommence pour la progression du cadre arrière, mais l'ensemble est alors suspendu au cadre avant.

### ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

#### Pompe à pistons Gullick.

La pompe hydraulique Gullick est une machine à pistons à trois étages capable de débiter 22,5 litres/min à la pression de 70 kg/cm<sup>2</sup> (fig. 24).

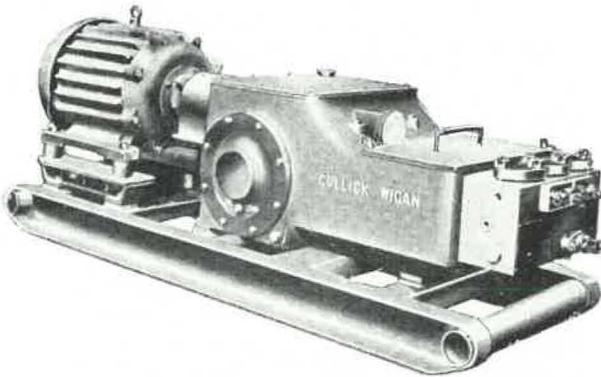


Fig. 24. — Pompe Gullick — Vue d'ensemble du bloc moteur et de la pompe.

Elle se présente sous la forme d'un groupe compact et robuste, monté sur traineau métallique. De gauche à droite, on distingue : le moteur électrique, l'accouplement, le grand carter contenant le réducteur et les bielles-manivelles, enfin le compartiment des 3 pompes avec leurs orifices de raccordement. Le moteur électrique développe 3,75 kW. Il est démarré par boutons-poussoirs et coffret anti-déflagrant. Il entraîne un arbre porteur d'une vis bien visible à la figure 25. Cette vis fait tourner un pignon denté calé sur l'arbre à manivelles. La figure 25 laisse apparaître une des trois bielles transmettant aux pistons un mouvement alternatif, suffisamment ralenti pour réduire l'usure. Le réducteur baigne dans l'huile. Toutes les pièces sont facilement accessibles quand on a enlevé le couvercle plat et boulonné de la face supérieure du carter, comme on peut le voir sur la figure 25. L'entretien est d'ailleurs presque nul car les organes de la machine sont solidement construits dans des aciers et alliages très résistants. Le tout est à l'abri dans une boîte d'épaisseur respectable.

Quand la pression voulue est atteinte, une soupape fonctionne dont on règle manuellement la position avant la mise en route.

Si l'on désire d'autres débits ou pressions, on peut aussi utiliser des groupes moto-pompes plus puissants.

Avec un moteur de 7,5 kW, l'un d'eux débite 29 litres/min à 105 kg/cm<sup>2</sup>, l'autre 40,5 litres/min à 70 kg/cm<sup>2</sup>. Mais le groupe standard suffit généralement. Son encombrement est le suivant : 1,82 m de longueur, 0,62 m de largeur, 0,79 m de hauteur.

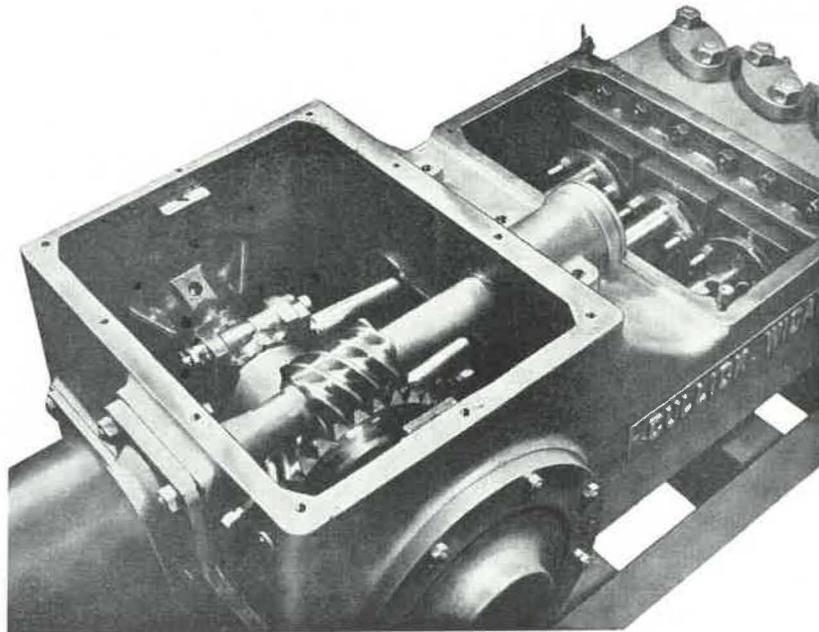


Fig. 25. — Vue détaillée du réducteur et de la pompe à pistons Gullick.

### Pompe rotative Dowty (7).

Les pompes qui alimentent les étançons et pistons du soutènement Dowty Roofmaster sont dérivées de la pompe « Vardel », très employée en aéronautique. La pompe est directement accouplée à un moteur électrique de 5 ch à 1.500 tr/min et peut débiter 11,5 litres/min à environ 140 kg/cm<sup>2</sup> (fig. 26).

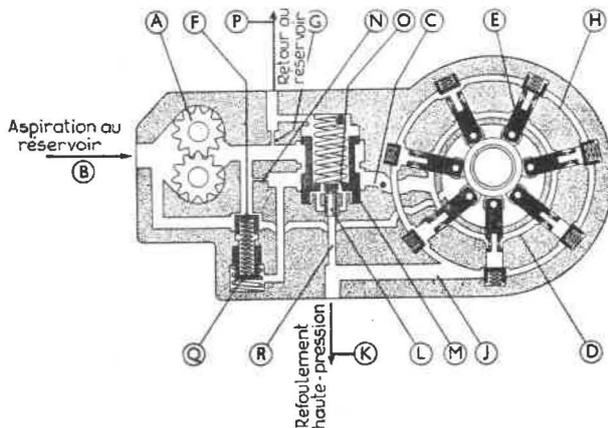


Fig. 26. — Schéma de la pompe rotative alimentant les éléments du soutènement marchant du type Dowty Roofmaster.

La pompe est à 2 étages : le premier (A), à engrenages, aspire au réservoir et refoule dans l'aspiration (C) et (D) du deuxième (E), à pistons radiaux, qui refoule en (K) par les conduits (H) et (J). Le débit du premier étage est légèrement supérieur à celui du deuxième ; l'excédent est by-passé par la soupape de décharge (F) ; un orifice calibré (G) laisse passer en permanence un faible débit qui évite l'échauffement pendant la marche à vide.

La pression finale de refoulement est appliquée par le piston (L) au tiroir de régulation (M).

Quand cette pression dépasse 90 % de la valeur maximum prévue, le tiroir se déplace progressivement vers le haut, étranglant le refoulement du premier étage et diminuant le débit. A la pression maximum, après avoir fermé complètement ce refoulement, le tiroir met l'aspiration (C) du deuxième étage en communication avec la chambre inférieure de la soupape de décharge (F), et avec un orifice calibré (N), qui étrangle son alimentation au point que le débit dans (K) s'annule (le refoulement (K) est équipé d'un clapet de retenue non représenté) ; la dépression qui en résulte dans (C) a pour effet

de déplacer vers le bas le siège (Q) du ressort de la soupape de décharge (F) du premier étage, ce qui réduit au minimum la pression de refoulement et par suite la puissance absorbée par la pompe à engrenages. Le débit résiduel très faible du deuxième étage, dont la pression est insuffisante pour soulever le clapet de retenue sur (K), retourne au réservoir par le conduit (R), les lumières découvertes par le piston (L) et les orifices calibrés (O) dans le tiroir (M).

### Pistons hydrauliques pour le ripage des convoyeurs blindés.

Dans les tailles équipées de soutènements hydrauliques marchants, on a pensé à remplacer les vérins de poussée pneumatiques par des vérins hydrauliques. Dans ce cas, on bénéficie de la présence en taille ou en voie des circuits hydrauliques sous pression. Mais les pousseurs hydrauliques peuvent être employés avec leur propre installation de pompage et leur utilisation n'est pas limitée au maintien contre le front du transporteur et des machines d'abatage. Ils peuvent encore servir au ripage des têtes motrices aux extrémités de la taille, etc...

Le principe est simple : on cale obliquement, entre toit et mur, un étançon métallique porté par le berceau d'un vérin hydraulique de ripage. Pour s'adapter aux variations d'ouverture, l'étançon possède un fût supérieur perforé et on règle l'extension par étages au moyen d'une clavette. L'appui de tête est obtenu par un plateau écorné (Dowty, fig. 27) ou arqué et gaufré (Gullick, fig. 28). Dans le premier cas, la tête peut pivoter autour d'un axe horizontal pour prendre la position adéquate. L'inclinaison de l'étançon est réglable, soit qu'il pivote dans



Fig. 27. — Pousseur hydraulique Dowty pour convoyeur blindé.

(7) Extrait de « Colliery Engineering », décembre 1957, p. 519/521, et de la traduction dans « Bulletin d'Informations Techniques des Charbonnages de France », janvier-février 1958, n° 78, p. 15.



Fig. 28. — Pousseur hydraulique Gullick pour convoyeur blindé.

des tourillons du berceau (Gullick), soit qu'il bascule sur son embase arrondie (Dowty). Dans les deux cas, le vérin horizontal prend appui à l'arrière sur une pièce articulée et tend à tirer le pied d'étau vers les remblais ou le foudroyage, c'est-à-dire à le caler toujours plus fort entre les épontes.

Le piston à double effet, dirigé vers l'avant, est attaché au transporteur par un assemblage classique permettant des mouvements en tous sens. Le levier de commande comporte 3 positions : une position neutre, une position de sortie du piston, une position de rentrée du piston. Chez Gullick, le levier fait partie de l'élément. Les positions de travail sont bien indiquées. Chez Dowty, l'opérateur emporte la clé et la manœuvre du levier se fait dans le plan vertical. Le vérin peut exercer une poussée de 3,5 tonnes.

La grande différence entre les deux engins présentés réside dans le mode d'appui sur le mur et de déplacement sur ce mur. Il est difficile de porter un jugement sur l'un ou l'autre système sans avoir l'occasion de les suivre pendant un temps suffisant dans les travaux du fond.

#### PROTECTION DES FRONTS DE BOSSEYEMENT A L'AIDE DE BOULONS RECUPERABLES

En Grande-Bretagne, les voies de chantier sont généralement creusées en arrière du front de taille et le calage du front de bossement est souvent difficile à réaliser. Le même problème se présente d'ailleurs à front de toutes les voies en veine quand on enlève le charbon avant la roche.

Le matériel présenté par les deux firmes en vedette mérite une attention toute spéciale par sa simplicité et son efficacité dans ce domaine.

La même technique peut d'ailleurs être utilisée aussi pour caler les roches des parois des galeries quand celles-ci sont creusées dans le toit en avant des tailles.

Les boulons utilisés dans cette technique n'ont pas pour objectif de relier entre eux un paquet de bancs mais de fournir un appui suffisant à un calage provisoire, destiné à maintenir un front de roche découvert. Les boulons sont équipés d'un dispositif d'ancrage en caoutchouc, qui semble très efficace dans les terrains tendres et fracturés que l'on rencontre fréquemment sur les bossements. En effet, dans ces applications, il n'est pas possible de choisir le banc de roche dans lequel on s'ancre puisqu'on doit forer horizontalement dans un banc déterminé.

#### Boulon Dowty.

Ce boulon est constitué d'une tige filetée B et d'un tube extérieur C qui portent chacun à leur extrémité frontale un collier de serrage entre lesquels vient se loger une buselure en caoutchouc A (fig. 29). En tirant sur le collier fixé à la tige B, la bague en caoutchouc se comprime axialement, ce qui produit un gonflement latéral et assure un bon ancrage contre les parois du trou.

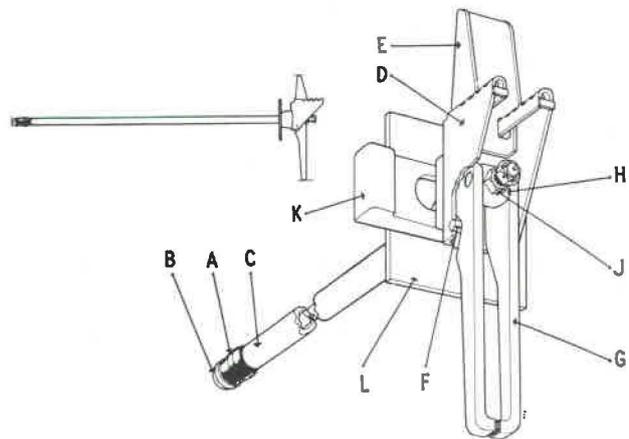


Fig. 29. — Boulon récupérable Dowty utilisé pour le calage des bossements.

Une console D est soudée à l'extrémité avant du tube C. Cette console sert d'appui à une pièce de serrage E dont la position peut être modifiée grâce à des crans d'arrêt prévus sur la console. La position de la pièce de serrage E peut donc être ajustée à l'épaisseur des bois utilisés pour le calage et aux inégalités de la roche.

Le serrage du boulon est obtenu par un écrou J qui prend appui sur un tourillon H porté par la poignée G. En serrant l'écrou J, le collier B écrase la bague en caoutchouc A. Un coin K est prévu entre la console D et la plaque d'appui L au terrain. En enfonçant ce coin à coups de marteau, on applique la plaque L contre la roche et on peut donner au boulon un préserrage de 2 tonnes.

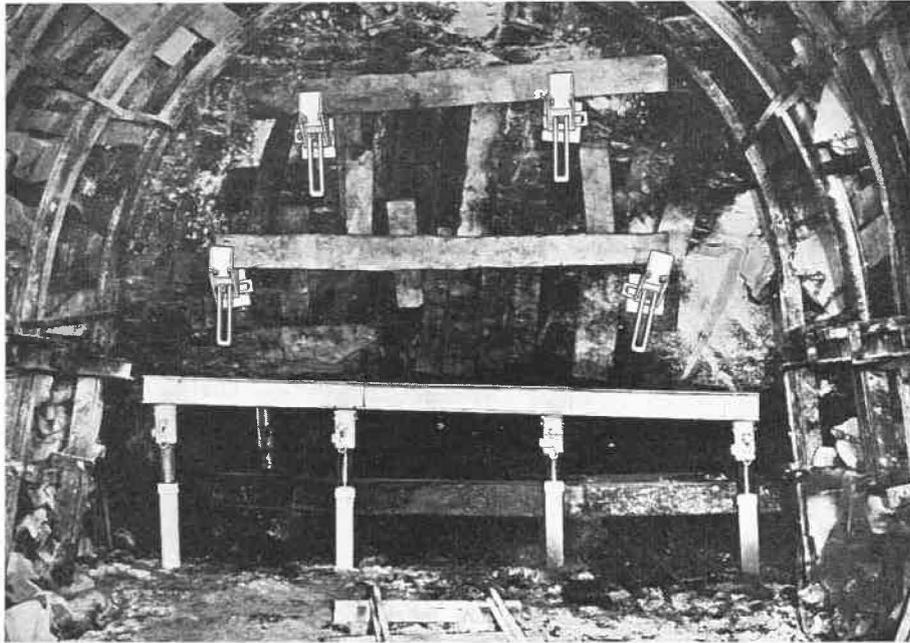


Fig. 30. — Front d'un bossement dans une mine anglaise calé à l'aide de 4 boulons récupérables Dowty (photo du N.C.B.).

Le coin est monté de telle façon qu'il peut être tourné dans toutes les positions pour en faciliter l'accès. La reprise à distance peut être obtenue grâce à la poignée G. En attachant une chaîne ou un câble à cette poignée, on la fait pivoter autour du tourillon H pour l'amener en position horizontale. Ce mouvement de rotation permet au tourillon H, à l'écrou J et à la tige B de sauter vers l'avant et de décompresser le joint en caoutchouc.

Les boulons ont généralement 1,35 à 1,50 m de longueur et plus encore si c'est nécessaire. Ils sont placés dans des trous de 41,5 mm de diamètre qui peuvent servir ultérieurement au tir du bossement.

La figure 30 montre le front d'un bossement dans une mine anglaise. La roche est calée à l'aide de 4 boulons et de planches fixées par les pièces de serrage E portées par les consoles D de chacun des boulons.

Le joint en caoutchouc doit être remplacé après une quinzaine d'emplois tandis qu'un boulon peut servir pendant 6 mois.

#### Boulon Siskol.

Le boulon Siskol est basé sur un principe analogue. Il comporte une tige centrale filetée à l'avant, passant à travers deux bagues en caoutchouc a et b séparées les unes des autres par des tubes (fig. 31). La distance entre les bagues peut atteindre 35 cm. En serrant l'écrou C, on assure l'ancrage du boulon au terrain. Des plats métalliques ondulés sont enfilés à l'extrémité des tiges des boulons et calés au terrain à l'aide de contre-écrous (fig. 32).

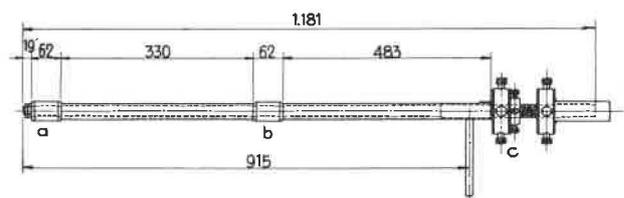


Fig. 31. — Boulon récupérable Siskol utilisé pour le calage des bossements.

Un dispositif de reprise à distance est en construction.

#### MOTEURS ELECTRIQUES SPECIAUX

##### Moteur électrique à réfrigération par eau.

Ces moteurs, construits par la firme Laurence, Scott et Electromotors Ltd, ont des dimensions ex-

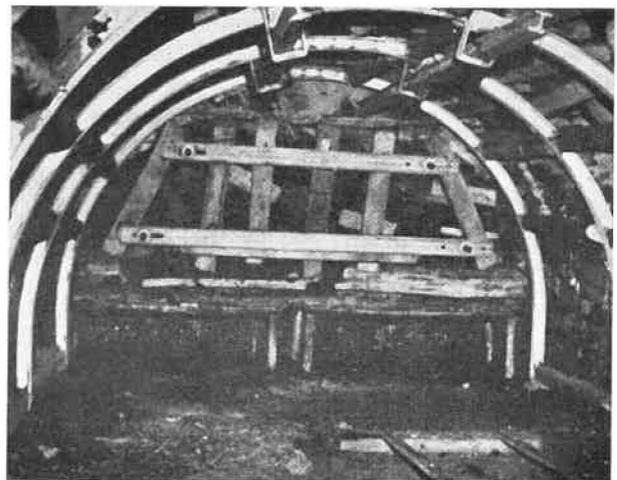


Fig. 32. — Front d'un bossement dans une mine anglaise calé à l'aide de 4 boulons récupérables Siskol.

trêmement réduites comparées à celles d'autres types de moteurs refroidis à l'eau de même puissance. La firme expose un moteur de 90 ch, 1450 tr/min — isolation classe B. La température peut atteindre 65° C.

Dans ce type de construction, un espace annulaire étroit (usuellement moins de 1/8") est prévu entre le cylindre extérieur en acier et la périphérie du corps du stator. Lors de la construction, une double enveloppe d'un métal adéquat (dans le cas du moteur exposé, l'enveloppe était en acier inoxydable) est insérée dans l'espace annulaire et gonflée à l'aide d'une pression hydraulique de plusieurs milliers de livres par pouce carré de façon à établir un contact intime entre les parois du sandwich et les surfaces cylindriques internes et externes du moteur.

Ce sandwich creux forme un chemin d'écoulement de très faible section, ce qui assure une grande vitesse d'écoulement de l'eau et évite la formation de poches (c'est-à-dire de points chauds).

Un bon échange calorifique est assuré grâce à la courte distance radiale entre la source de chaleur et l'eau froide, et le contact intime entre l'enveloppe du rotor et la chemise d'eau.

L'enveloppe est pourvue de rainures longitudinales en zig-zag et en spirale pour augmenter la surface parcourue par l'eau de réfrigération. La construction mécanique compacte, alliée à l'efficacité du système de refroidissement, permet de réduire considérablement le diamètre d'un moteur d'une puissance déterminée.

#### Moteur électrique à arbre creux.

La même firme présentait un moteur électrique de 50 ch avec arbre creux permettant le montage de l'accouplement hydraulique du côté opposé à l'engin entraîné (fig. 33). L'arbre entraîné passe à l'intérieur de l'arbre creux du moteur. Cet arrangement présente un certain nombre d'avantages à savoir :

- facilité d'accès à l'accouplement et possibilité de le remplacer sans démonter le moteur ;
- meilleur alignement des arbres ;
- réduction d'encombrement ;
- une seule bride de fixation du moteur à l'engin entraîné.

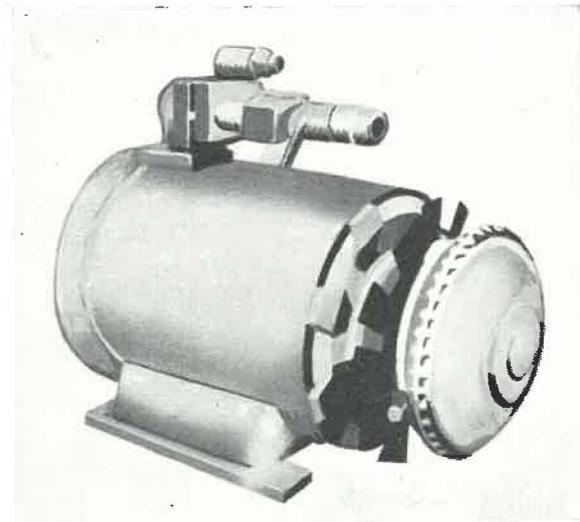


Fig. 33. — Moteur électrique à arbre creux avec accouplement hydraulique en bout d'arbre.

# De bescherming van elektrische netten

in de ondergrondse werken van mijnen  
om het gevaar voor electrocutie, brand en ontvlaming van mijngas te weren

# La protection des réseaux électriques

installés dans les travaux souterrains des mines  
contre les risques d'électrocution, d'incendie et d'inflammation de grisou

door par

G. COOLS

Divisiedirecteur der mijnen.

Directeur divisionnaire des mines.

## INHOUDSTAFEL

- Hoofdstuk I.* — Algemene beschouwingen.
- Hoofdstuk II.* — Beschrijving van de middelen om de bescherming der ondergrondse netten te verzekeren.
- § 1. De gloeilampen en de voltmeters voor aanduiding van de potentiaal fase-aarde.
  - § 2. Toestellen berustend op de controle van de potentiaal van het nulpunt wanneer dit laatste geïsoleerd is.
  - § 3. Toestellen berustend op de controle van de potentiaal van het nulpunt, wanneer dit laatste langs een weerstand met de aarde is verbonden.
  - § 4. Toestellen berustend op de controle van de potentiaal van een kunstmatig nulpunt.
  - § 5. Toestellen berustend op de controle van een door middel van gelijkrichters gevormd kunstmatig nulpunt.
  - § 6. Toestellen berustend op de rechtstreekse ampèremetrische meting van een door een detectiescherm opgevangen defectstroom.
  - § 7. Beschermingstoestellen berustend op het principe van de ampèremetrische uitschakeling door homopolaire stroom.
  - § 8. Toestellen berustend op het principe van een directionele bescherming met homopolaire stroom.

## TABLE DES MATIERES

- Chapitre I.* — Considérations Générales.
- Chapitre II.* — Description des moyens tendant à assurer la protection des réseaux souterrains.
- § 1. Les lampes et voltmètres de potentiel phase-terre.
  - § 2. Appareils basés sur le contrôle du potentiel du neutre lorsque celui-ci est isolé.
  - § 3. Appareils basés sur le contrôle du potentiel du neutre lorsque celui-ci est relié à la terre par une résistance.
  - § 4. Appareils basés sur le contrôle du potentiel d'un neutre artificiel.
  - § 5. Appareils basés sur le contrôle de la tension redressée, entre un neutre artificiel et la masse.
  - § 6. Appareils basés sur la mesure ampèremétrique directe d'un courant de défaut capté par un écran détecteur.
  - § 7. Appareils de protection basés sur le déclenchement ampèremétrique par courant homopolaire.
  - § 8. Appareils basés sur une protection directionnelle du courant homopolaire.

- § 9. Toestellen berustend op het principe van injectie van gelijkstroom in het net
- Toestellen voor de controle der isolatie.
  - Toestellen voor de controle van de continuïteit van de schutgeleider.
  - Veiligheidsblokken.
- § 10. Toestellen berustend op de detectie van het onevenwicht der intensiteiten en der hoeken tussen de 3 fasen van het net (detectors van impedante defecten).
- § 11. Toestellen berustend op de injectie in het net van een stroom op verhoogde frekwentie.

*Hoofdstuk III. — Gecombineerde schikkingen met het oog op een integrale en selectieve bescherming der netten.*

- § 1. Bescherming tegen de isolatiedefecten door toepassing van het principe van injectie van gelijkstroom, met secundaire controlekoffertjes voor onrechtstreekse selectiviteit.
- § 2. Bescherming tegen isolatiedefecten door de controle van de potentiaal van een kunstmatig nulpunt, samen met een inrichting voor injectie van gelijkgerichte stroom voor onrechtstreekse selectiviteit en een inrichting voor de bestendige controle van de continuïteit van de schutgeleider.
- § 3. Controle van de isolatie door injectie van gelijkstroom, samen met directionele bescherming tegen isolatiedefecten door homopolaire stroom en bescherming tegen dubbele isolatiedefecten door detector van impedante kortsluitingen.
- § 4. Controle van de isolatie door injectie van gelijkstroom, samen met de bescherming door detector van impedante kortsluitingen en dubbele isolatiedefecten.
- § 5. Bescherming van de netten waarvan het nulpunt met de aarde verbonden is.

*Besluiten.*

#### HOOFDSTUK I.

##### ALGEMENE BESCHOUWINGEN

De toenemende mechanisering van de ondergrondse werken en de daarmee gepaard gaande elektrificatie doen ten aanzien van de voorkoming van ongevallen ernstige vraagstukken rijzen, onder het driedelig aspect van het gevaar voor electrocutie, het gevaar voor brand en het gevaar voor ontvlaming van mijngas.

Onlangs werd een gepantserd vervoerstoestel in een pijler, door het wegrukken van de klemmenkast van de motor van het drijfhoofd, over zijn ganse lengte onder een spanning van ongeveer 500 volt gebracht. Dit ernstig ongeval, dat de dood van drie

- § 9. Appareils basés sur le principe de l'injection de courant continu dans le réseau.
- Contrôleurs d'isolement.
  - Contrôleurs de continuité du circuit des masses.
  - Blocs de sécurité.
- § 10. Appareils basés sur la détection des déséquilibres d'intensité et d'angle entre les trois phases du réseau (Détecteur de défauts impédants).
- § 11. Appareils basés sur l'injection d'un courant à fréquence élevée dans le réseau.

*Chapitre III. — Dispositifs combinés visant à réaliser la protection intégrale et sélective des réseaux.*

- § 1. Protection contre les défauts d'isolements par application du principe d'injection de courant continu, avec coffrets de contrôle secondaires assurant la sélectivité indirecte.
- § 2. Protection contre les défauts d'isolement par le contrôle du potentiel d'un neutre artificiel, avec dispositif d'injection de courant redressé assurant la sélectivité indirecte et dispositif de contrôle permanent de la continuité du circuit des masses.
- § 3. Contrôle de l'isolement par injection de courant continu, avec protection directionnelle par courant homopolaire contre les défauts d'isolement et protection par détecteur de défauts impédants contre les courts-circuits et les défauts d'isolement doubles.
- § 4. Contrôle de l'isolement par injection de courant continu, avec protection par détecteur de défauts impédants contre les courts-circuits et les défauts d'isolement doubles.
- § 5. Protection des réseaux dont le neutre est relié à la terre.

*Conclusions.*

#### CHAPITRE I.

##### CONSIDERATIONS GENERALES

Le développement dans les travaux miniers de la mécanisation et par conséquent de l'électrification pose de graves problèmes en matière de prévention des accidents, sous le triple aspect du danger d'électrocution, du danger d'incendie ou du risque d'inflammation d'atmosphères grisouteuses.

Récemment, un convoyeur blindé placé en taille fut porté, sur toute sa longueur, à une tension voisine de 500 V par suite de l'arrachement de la boîte à bornes d'un moteur de tête motrice. Ce grave accident, qui causa la mort de trois ouvriers, souligne la

arbeiders veroorzaakte, toont aan dat het geboden is aandachtig de nodige schikkingen te bestuderen om het risico verbonden aan het gebruik van electriciteit in de ondergrondse werken van mijnen in de mate van het mogelijke te beperken.

Wij zullen ons in deze studie tot de laagspanningsinstallaties beperken, dus, in de opvatting van de constructeurs, tot de installaties van minder dan 1.100 volt. Het zijn inderdaad deze installaties, en in het bijzonder de kabels, die het meest blootgesteld zijn aan de mechanische beschadigingen die in de mijn te vrezzen zijn. Voor spanningen van minder dan 380 volt zouden misschien minder strenge maatregelen mogen volstaan, maar hiermede zullen wij ons hier niet bezighouden.

De klassieke maatregelen tegen het gevaar voor electrocutie berusten op het feit dat het rechtstreeks contact met een blote, onder spanning staande fase, met de gebruikelijke spanningen, praktisch altijd dodelijk is. Dit feit is genoegzaam bewezen, welk ook het regime van het nulpunt weze, om er niet verder over uit te wijden.

Hieruit vloeit voort dat het materieel bestemd voor de ondergrond zodanig gebouwd is dat rechtstreeks contact met een stuk onder spanning onmogelijk is, hetzij dat het stuk bekleed is met een isolerende stof, hetzij dat het geborgen is in stevige kasten of gepantserde ruimten, hetzij dat het buiten het bereik van het personeel geplaatst is.

Wat het brandgevaar betreft, zorgt men er voor dat de afmetingen van de stukken en de geleiders goed aangepast zijn aan het aangewend vermogen en dat op de gepaste punten toestellen aangebracht zijn om, wanneer de intensiteit van de stroom een bepaalde waarde overschrijdt, de installatie automatisch van de energiebron te scheiden. De dikte en de hoedanigheid van de isolerende bekledingen zijn aan de spanning en aan de geoorloofde verhitting aangepast, terwijl de buitenbekledingen van de kabels op het stuk van mechanische weerstand en onbrandbaarheid de gewenste hoedanigheden bezitten.

Wanneer er gevaar voor ontvlaming van mijn-gas bestaat, worden de toestellen geplaatst in gepantserde ruimten, die stevig genoeg zijn om te weerstaan aan de druk van een inwendige ontplofing van ongeveer 10 kg/cm<sup>2</sup> en die de vlammen belletten van binnen naar buiten over te slaan.

Aan de maatregelen die wij hierboven in het kort hebben aangehaald, en die wij *maatregelen van eerste orde* zullen noemen, worden gewoonlijk *zg. maatregelen van tweede orde* (\*) toegevoegd, die

(\*) De gedachte om de veiligheidsmaatregelen tegen electrocutie te rangschikken in maatregelen van de 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> en 3<sup>o</sup> orde, is een zeer belangwekkende suggestie, die te danken is aan de H. Cœuillet, onze collega van de Werkgroep « Electriciteit » van het Vast Orgaan van de Hoge Autoriteit. (Sécurité électrocution des réseaux électriques du fond, door M. Cœuillet, ingénieur principal et Chef du Service électrique des Charbonnages de France. Bescheid nr 5414/59 f van de Werkgroep « Electriciteit » van het Vast Orgaan).

nécessité d'examiner attentivement les dispositions qui s'imposent pour réduire, dans toute la mesure du possible, les risques résultant de l'emploi de l'électricité dans les travaux souterrains des mines.

Nous nous limiterons dans cette étude aux installations à basse tension, c'est-à-dire, selon le point de vue des constructeurs, aux installations soumises à des tensions inférieures à 1.100 V. Ce sont, en effet, ces installations, particulièrement les câbles, qui sont le plus exposées aux détériorations mécaniques particulières à la mine. Toutefois, nous n'examinerons pas ici les allègements qui pourraient être consentis pour les tensions inférieures à 380 V.

Les mesures classiques prises contre le danger d'électrocution sont basées sur le fait que le contact direct avec une phase nue sous tension est pratiquement toujours mortel avec les tensions habituellement utilisées. Ce fait est suffisamment établi, quel que soit le régime du neutre, pour qu'il ne soit pas nécessaire de s'y étendre.

Il en résulte que le matériel du fond est conçu de telle sorte que le contact direct avec une pièce sous tension soit rendu impossible, soit en isolant les pièces, soit en les enfermant dans des armoires solides ou dans des enceintes blindées, soit en les rendant inaccessibles.

Au point de vue du risque contre l'incendie, on veille à dimensionner convenablement les pièces et les conducteurs par rapport à la puissance mise en œuvre et à placer aux endroits voulus des appareils capables de séparer l'installation de la source d'énergie lorsque l'intensité du courant dépasse une valeur fixée. Les gaines isolantes sont adaptées, en qualité et épaisseur, aux tensions et aux échauffements admis et les gaines de protection présentent les qualités voulues au point de vue de la résistance mécanique et de l'incombustibilité.

Lorsqu'il existe un risque d'inflammation de grisou, les appareils sont enfermés dans des enceintes blindées pouvant résister à la pression d'une explosion intérieure de l'ordre de 10 kg/cm<sup>2</sup> et empêchant la propagation d'une flamme de l'intérieur vers l'extérieur.

Aux mesures que nous venons de rappeler succinctement et que nous appellerons de *premier ordre*, il est de règle de superposer des mesures dites de *deuxième ordre* (\*), qui sont destinées à éviter

(\*) L'idée de classer les mesures de sécurité en matière d'électrocution en mesures de 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> et 3<sup>o</sup> ordre est une suggestion fort intéressante dont le mérite revient à M. R. Cœuillet, notre collègue au groupe de travail « Electricité » de l'Organe Permanent de la Haute Autorité (Sécurité électrocution des réseaux électriques du fond, par M. Cœuillet, Ingénieur principal et Chef du Service électrique des Charbonnages de France. Document n° 5414/59 f du Groupe de travail « Electricité » de l'Organe Permanent).

bestemd zijn om de gevolgen van een eventuele te kortkoming te verhinderen of te beperken, namelijk :

*inzake electrocutie :*

De massa's, nl. de kasten en de gepantserde ruimten die toestellen onder spanning bevatten, zijn uit metaal en worden onderling verbonden, alsook met al de stukken die er mede in verband staan, door een z.g. schutgeleider die de equipotentiële verbinding der massa's vormt. Deze geleider wordt op een zo volmaakt mogelijke wijze, en ten minste op één punt, met de aarde verbonden ; de geleidbaarheid er van moet in beginsel groot genoeg zijn om te beletten dat zich een gevaarlijk verschil in potentiaal zou voordoen tussen twee massa's die gelijktijdig bereikbaar zijn of tussen een massa en de aarde. Soms wordt voor deze geleider een zodanige sectie geëist dat geen enkele massa, zelfs met de hoogst mogelijke kortsluitingsstroom, onder een spanning van meer dan 65 V, of zelfs 45 V, kan worden gebracht. Elders wordt voor de schutgeleider een sectie geëist die gelijk is aan die van de dikste fazegeleider van het net, zonder dat zij nochtans een bepaalde waarde, bv. 50 mm<sup>2</sup>, moet overschrijden. In België schrijft het reglement een minimumsectie van 16 mm<sup>2</sup> voor.

*inzake brandgevaar :*

De preventieve maatregelen van de tweede orde bestaan hier hoofdzakelijk in het vermijden en verwijderen van alle nutteloze ophopingen van brandbare stoffen en in het zoveel mogelijk vervangen van de brandbare materialen door onbrandbare of moeilijk brandbare ; verder dient vermeden dat de kabels zelf de uitbreiding van de brand zouden bevorderen.

*inzake het gevaar voor ontvlaming van mijngas :*

Iedere gevaarlijke verhoging van het mijngasgehalte van de atmosfeer wordt vermeden, alsook iedere plaatselijke ophoping van mijngas. Aldus moeten de installaties in België buiten spanning gesteld worden, wanneer het mijngasgehalte van de lucht 1 % bereikt.

\* \* \*

Het komt er nu op aan te weten of de maatregelen die wij hierboven in het kort uiteengezet hebben, in de huidige stand van zaken als bevredigend mogen worden beschouwd.

Wat het gevaar voor electrocutie betreft, moet de maatregel van de tweede orde die erin bestaat een equipotentiële verbinding der massa's tot stand te brengen, als fundamenteel beschouwd worden. Deze maatregel kan nochtans ontoereikend zijn, hetzij wegens een toevallige onderbreking van deze verbinding, hetzij omdat men nagelaten heeft de waar-

ou à réduire les conséquences d'une déficience éventuelle des mesures de premier ordre, notamment :

*en matière d'électrocution :*

Les masses, notamment les armoires et les blindages qui contiennent des appareils sous tension, sont métalliques et sont reliées entre elles, ainsi qu'avec toutes les pièces métalliques en liaison avec elles, par un conducteur assurant l'équipotentialité de ces masses. Ce conducteur est relié d'une manière aussi parfaite que possible à la terre en un point au moins et sa conductance doit, en principe, être telle qu'il ne puisse survenir aucune différence de potentiel dangereuse entre deux masses accessibles simultanément ou entre une masse et la terre. Parfois, on exige que la section de ce conducteur soit telle qu'aucune masse ne puisse, avec le courant de court-circuit le plus élevé possible parcourant ce conducteur, être portée à une tension supérieure à 65 V, voire 45 V. Ailleurs, on exige que le conducteur des masses ait une section égale au plus gros conducteur de phase du réseau sans devoir dépasser une certaine valeur, par exemple 50 mm<sup>2</sup>. En Belgique, le règlement exige une section minimum de 16 mm<sup>2</sup>.

*en matière d'incendie :*

Les mesures préventives de deuxième ordre consistent principalement à éviter et supprimer toute accumulation inutile de matières combustibles, à remplacer, autant que possible, les matériaux combustibles par des matériaux non ou difficilement combustibles, et à éviter que les câbles eux-mêmes ne puissent devenir un agent propagateur d'un incendie.

*au point de vue du risque d'inflammation de grisou :*

On évite toute élévation dangereuse de la teneur en grisou de l'atmosphère, ainsi que toute accumulation locale de grisou. En Belgique, notamment, le règlement impose la mise hors tension des installations lorsque la teneur en grisou du courant d'air atteint 1 %.

\* \* \*

Il s'agit maintenant de savoir si les mesures que nous venons d'esquisser sommairement peuvent dans l'état actuel des choses être considérées comme satisfaisantes.

En ce qui concerne le danger d'électrocution, la mesure de deuxième ordre consistant à réaliser une liaison equipotentielle des masses doit être considérée comme fondamentale. Néanmoins, elle peut être mise en défaut, soit par suite d'une interruption fortuite de cette liaison, soit qu'on ait omis de calculer la valeur du court-circuit maximum pouvant

de van de hoogst mogelijke kortsluitingsstroom te berekenen en de geleidbaarheid van de schutgeleider dan ook niet aan het net werd aangepast.

In geval van kortsluiting tussen de fazen, is de kortsluitingsstroom anderzijds niet noodzakelijk groter dan de intensiteit bij de aanzetting van de motoren en kan de onderbreking, in de veronderstelling dat deze bekomen wordt, met zoveel vertraging geschieden dat het aan het defect ontwikkeld vermogen aanleiding kan geven tot ontvlaming niet alleen van mijngas, maar ook van andere brandbare stoffen, waarvan de aanwezigheid in de nabijheid der kabels dikwijls niet kan worden vermeden.

Wanneer de kortsluiting uit een dubbel defect aan de massa voortspruit, kan zich hetzelfde voordoen en in dit geval kan er gevaar voor electrocutie ontstaan indien, zoals hierboven gezegd, de geleidbaarheid van de schutgeleider onvoldoende is.

De ingenieurs die gelast waren met het onderzoek over het hierboven aangehaald ongeval, hebben overigens kunnen bewijzen dat de klassieke beschermingen door smeltverzekeringen en lastschakelaars onvoldoende zijn om in alle omstandigheden electrocutieëffecten of andere ernstige gevolgen van kortsluitingen of defecten in de ondergrondse netten te voorkomen, zelfs wanneer de schutgeleiders aan de vereisten van het reglement voldoen en op bevredigende wijze met de aarde zijn verbonden.

Tenslotte dient gewezen op het gevaar van een plotse beschadiging der installaties door het afrukken van een kabel aan de ingang der toestellen, door het breken van een kast, door het plotse doorsnijden van een kabel, enz. Wordt zulk een beschadiging veroorzaakt door een plotse mijngasuitbarsting, dan wordt het risico merkkelijk verhoogd, aangezien de beschadiging in dit geval gepaard gaat met een belangrijke ontwikkeling van mijngas en kolenstof.

Bovenstaande beschouwingen tonen naar onze mening aan, dat het noodzakelijk is maatregelen van derde orde op te zoeken, die aan de maatregelen van de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> orde moeten worden toegevoegd en die erop gericht zijn de aangestipte gevaren te voorkomen en nl. in de eerste plaats van zulke aard zijn dat de veiligheidswaarde van de kabels erdoor wordt verhoogd, aangezien deze laatste ongetwijfeld het zwakste punt van de ondergrondse elektrische installaties vormen.

Deze maatregelen van de derde orde, die het onderwerp van deze nota uitmaken, zouden in beginsel hierin bestaan dat de netten uigierust worden met toestellen die erop voorzien zijn om voortdurend gebeurlijke defecten op te sporen en te meten en om de netten of gedeelten van netten waarin zich een ernstig defect voordoet automatisch uit te schakelen, alvorens het aan het defect ontwikkeld vermogen zich buiten de kabel heeft kunnen uiten en alvorens enig gevaar voor electrocutie kan ontstaan. Deze maatregelen dekken dus de drie soorten van gevaar

se produire et qu'ainsi la conductance du conducteur des masses n'ait pas été adaptée au réseau.

D'autre part, en cas de court-circuit entre phases, le courant de court-circuit ne dépasse pas nécessairement les intensités de démarrage des appareils et la coupure, et supposant même qu'elle soit obtenue, peut se faire avec un retard tel que la puissance dissipée au défaut peut donner lieu à l'inflammation, non seulement du grisou, mais même de matières combustibles dont la présence à proximité des câbles est souvent inévitable.

Lorsque le court-circuit résulte d'un double défaut phase-masse, les mêmes éventualités peuvent se produire et, dans pareil cas, un danger d'électrocution peut apparaître, comme il a été dit ci-dessus, si la conductance du conducteur des masses est insuffisante.

Les auteurs de l'enquête relative à l'accident rappelé ci-avant ont d'ailleurs pu démontrer que les protections classiques par fusibles et disjoncteurs ne peuvent pas suffire pour empêcher en toutes circonstances des effets d'électrocution ou d'autres conséquences graves résultant de courts-circuits ou de défauts graves dans les réseaux du fond, même lorsque les circuits assurant la continuité des masses sont dimensionnés conformément aux exigences du règlement et mis à la terre d'une manière satisfaisante.

Enfin, il convient de signaler le risque de détérioration brusque des installations, notamment par l'arrachement d'un câble à l'entrée des appareils, par rupture d'une boîte, par section brusque d'un câble, etc. Si une pareille détérioration est causée par le fait d'un dégagement instantané de grisou, le risque s'aggrave singulièrement puisque, dans ce cas, la détérioration est concomitante avec un dégagement important de grisou et de poussière de charbon.

Les considérations qui précèdent rendent indispensable, à notre avis, la recherche de mesures de 3<sup>e</sup> ordre, à superposer aux mesures de 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> ordre, tendant à prévenir les divers dangers qui ont été évoqués et, notamment, en tout premier lieu, de nature à relever le niveau de sécurité des câbles qui, dans les travaux souterrains, constituent sans aucun doute le point le plus faible des installations électriques.

Ces mesures de 3<sup>e</sup> ordre, qui constituent l'objet de la présente note, consisteraient, en principe, à équiper les réseaux de dispositifs capables de détecter et mesurer en permanence les défauts qui pourraient s'y produire et capables de séparer automatiquement de la source d'énergie les réseaux ou parties de réseaux où se produit un défaut grave, avant que la puissance dissipée au défaut ait pu s'extérioriser et avant qu'un risque d'électrocution ait pu naître. Ces mesures couvrent donc les trois risques —

— electrocutie, brand, mijngas — die wij hierboven hebben aangehaald.

électrocution, incendie, grisou — que nous avons évoqués.

HOOFDSTUK II.

CHAPITRE II.

BESCHRIJVING VAN DE MIDDELEN  
OM DE BESCHERMING DER  
ONDERGRONDSE NETTEN TE VERZEKEREN

DESCRIPTION DES MOYENS  
TENDANT A ASSURER LA PROTECTION  
DES RESEAUX SOUTERRAINS

§ 1. De gloeilampen en de voltmeters voor aanduiding van de potentiaal fase-aarde (fig. 1 en 2).

§ 1. Les lampes et voltmètres de potentiel phase-terre (fig 1 et 2).

Deze toestellen verwittigen wanneer een defect zich geleidelijk voordoet, maar de aanduidingen die zij geven zijn zeer wisselvallig en bijgevolg moeilijk

Ces appareils peuvent avertir lorsqu'un défaut survient progressivement, mais les indications qu'ils donnent sont très variables et, par conséquent, difficiles à interpréter. Ils n'écartent pas le danger causé

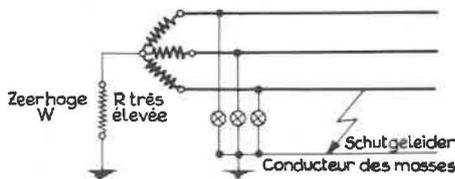


Fig. 1.

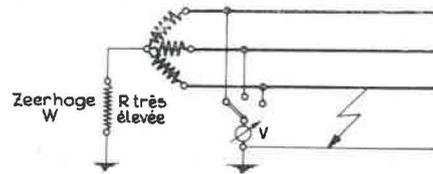


Fig. 2.

te interpreteren. Het gevaar geboden door een ernstig, plotseling optredend defect nemen zij niet weg. In feite controleren zij de netten slechts op een onvolmaakte wijze, maar beschermen ze niet. Wij vermelden ze enkel voor memorie en omdat het feit dat men ze gebruikt heeft, aantoonst dat men sedert lang de noodwendigheid aangevoeld heeft de isolatie der netten op permanente wijze te bewaken.

par un défaut grave survenant brusquement. En fait, ils ne réalisent que d'une manière imparfaite le contrôle des réseaux et non leur protection. Nous ne les citons que pour mémoire et parce que le fait qu'on y a eu recours traduit le besoin qu'on éprouve depuis longtemps de surveiller en permanence l'isolement des réseaux.

§ 2. Toestellen berustend op de controle van de potentiaal van het nulpunt wanneer dit laatste geïsoleerd is (fig. 3 en 4).

§ 2. Appareils basés sur le contrôle du potentiel du neutre lorsque celui-ci est isolé (fig. 3 et 4).

De nauwkeurigheid van deze toestellen is zeer veranderlijk volgens de toestand en de uitbreiding van het net. Overigens wordt de potentiaal van het nulpunt beïnvloed door iedere dyssymmetrie van het net, ongeacht of deze al dan niet aan een isolatie-defect te wijten is.

La précision de ces appareils varie dans des proportions très grandes selon l'état et l'extension du réseau. D'autre part, toute dissymétrie du réseau, qu'elle soit due à un défaut d'isolement ou non, influence le potentiel du point neutre.

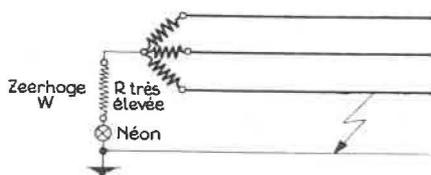


Fig. 3.

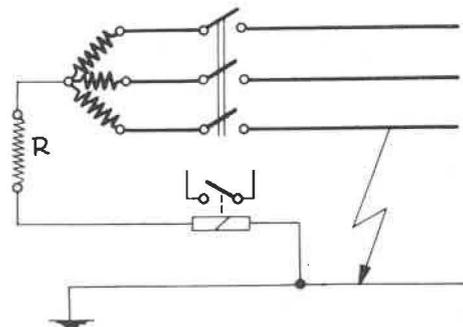


Fig. 4.

Zij kunnen een beschermingsrelais omvatten, maar ingeval dit laatste in werking treedt, wordt het ganse net uitgeschakeld, en deze uitschakeling kan zowel gerechtvaardigd als niet gerechtvaardigd zijn.

Ils peuvent comprendre un équipement de protection, mais en cas de fonctionnement c'est tout le ré-

Om deze redenen zijn deze toestellen praktisch slechts bruikbaar voor de controle van de isolatie der netten, maar niet voor de bescherming van deze laatste. Wegens hun onnauwkeurigheid wordt van hun gebruik afgezien.

**§ 3. Toestellen berustend op de controle van de potentiaal van het nulpunt wanneer dit laatste lang een weerstand met de aarde is verbonden (fig. 4).**

Aan deze toestellen hebben de HH. Vielledent, Jourdan en Bronner een grondige studie gewijd voor netten op 500 V.

De veranderlijken welke dienen bepaald te worden zijn de waarde van de weerstand tussen het nulpunt en de aarde, de gevoeligheid van de te gebruiken relais en de grenzen tussen dewelke de weerstand van een defect dat de uitschakeling veroorzaakt, schommelt, wanneer het onevenwicht van de netcapaciteit verandert binnen de grenzen die men in de praktijk kan ontmoeten.

Als besluit van deze studie wordt betoogd dat een degelijke bescherming kan bekomen worden wanneer de weerstand nulpunt-aarde vastgesteld is op 1.000 ohms en wanneer men relais gebruikt die gevoelig zijn voor stromen van ongeveer 30 mA.

Met zulk een toestel bekomt men nl. de uitschakeling voor defectweerstand die gewoonlijk schommelen tussen 11.000 en 5.000 ohms, uitzonderlijk tot 3.000 ohms voor zeer grote netten.

Deze toestellen zouden voldoening gegeven hebben in de mijnen van Saarland. Zij verschaffen de voordelen van de verbinding van het nulpunt met de aarde, zonder er de nadelen van te vertonen. Er kan nochtans maar één enkel toestel per net gebruikt worden, zodat er geen selectiviteit bestaat. Zij leveren bovendien het nadeel op dat zij de waarde van de isolatie van het net niet nauwkeurig bepalen, aangezien de meting tamelijk sterk beïnvloed wordt door de capaciteit van het net.

**§ 4. Toestellen berustend op de controle van de potentiaal van een kunstmatig nulpunt (fig. 5).**

Deze toestellen, die bestemd zijn voor netten waarvan het nulpunt geïsoleerd is, berusten op een beginsel dat een zekere gelijkenis vertoont met het voorgaande; sedert 1949 hebben zij aanleiding gegeven tot belangwekkende verwezenlijkingen, n.l. in Engeland.

Bij één van deze verwezenlijkingen wordt het kunstmatig nulpunt gevormd door middel van inductanties L. Wanneer een defect optreedt, ontstaat een wisselstroom in de kring die het kunstmatig nulpunt verbindt met de massa. De spanning aan de klemmen van een in de kring geplaatste gelijkrichter schommelt in verhouding met de stroom.

seau qui déclenche et le déclenchement peut être justifié ou ne pas l'être. C'est pourquoi ces appareils ne sont pratiquement utilisables que pour le contrôle des réseaux, mais pas pour la protection de ceux-ci; leur imprécision tend à les faire disparaître.

**§ 3. Appareils basés sur le contrôle du potentiel du neutre lorsque celui-ci est relié à la terre par une résistance (fig. 4).**

L'étude de ces appareils a été faite d'une manière approfondie par MM. Vielledent, Jourdan et Bronner pour des réseaux à 500 V.

Les variables à déterminer sont la valeur de la résistance entre neutre et terre, la sensibilité du relais à utiliser et les limites entre lesquelles varie la résistance de défaut qui provoque le déclenchement lorsque le déséquilibre des capacités du réseau varie entre les limites qu'on peut rencontrer dans la pratique.

En conclusion de cette étude, il est établi qu'une protection correcte peut être obtenue lorsque la résistance neutre-terre est fixée à 1.000 ohms, et lorsqu'on utilise des relais sensibles pour des courants de l'ordre de 30 mA.

Avec un dispositif semblable on obtient, notamment, le déclenchement pour des résistances de défaut variant généralement entre 11.000 et 5.000 ohms, exceptionnellement 3.000 ohms pour de très grands réseaux.

Ces appareils auraient donné satisfaction dans les mines de la Sarre. Ils procurent les avantages de la mise à la terre du neutre sans en présenter les inconvénients. Toutefois, il ne peut y avoir qu'un seul appareil par réseau et il n'y a donc pas de sélectivité. Ces appareils ont, en outre, l'inconvénient de ne pas donner la mesure exacte de la valeur de l'isolement du réseau puisque cette mesure est influencée par la capacité du réseau.

**§ 4. Appareils basés sur le contrôle du potentiel d'un neutre artificiel (fig. 5).**

Ces appareils, conçus pour des réseaux à neutre isolé, sont basés sur un principe qui présente une certaine analogie avec le précédent; ils ont donné lieu, dès 1949, à des réalisations intéressantes, notamment en Angleterre.

Le neutre artificiel est, dans une de ces réalisations, constitué par des inductances L. En cas de défaut, un courant alternatif s'établit dans le circuit reliant le neutre artificiel à la masse. La tension aux bornes d'un redresseur inséré dans ce circuit varie proportionnellement au courant. Cette tension redressée et négative est appliquée à la grille d'un thyatron excité en permanence; lorsqu'elle atteint une certaine valeur, le courant d'excitation est inter-

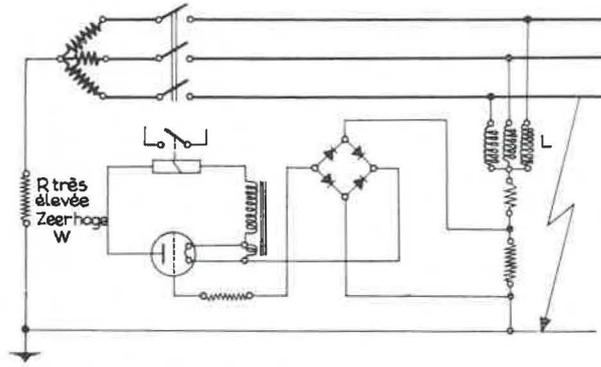


Fig. 5.

Deze gelijkgerichte negatieve spanning wordt toegepast op het rooster van een op permanente wijze geëxciteerde thyatron; wanneer zij een zekere waarde bereikt, wordt de excitatiestroom onderbroken bij de eerste doorgang op nul, d.i. in minder dan 10 msec. Zo kan men de detectie van hoge defectweerstand fase-massa bekomen. De werkingdrempel van het relais kan afgesteld worden tussen 10.000 en 40.000 ohms en wanneer de isolatieweerstand deze drempel benadert, treedt een lichtsignaal in werking.

De defectstromen belopen nagenoeg 10 à 20 milliampères, zodat het toestel uiteraard veilig is tegen mijngas.

Bij de vermelde vertraging van 10 ms moet dan de tijd gevoegd worden die nodig is voor de werking van het tussenliggend relais (60 ms) en van het uitschakelingsstoestel (30 ms), dus samen 100 ms.

Er dient opgemerkt dat de capaciteit van het net de werkingdrempels beïnvloedt; daarom moeten de inductanties van het kunstmatig nulpunt aan de karakteristieken van het net aangepast zijn. Deze inductanties compenseren in zekere mate de capaciteit van het net en doen bijgevolg het electrocutiegevaar afnemen.

Ieder toestel heeft een bepaalde invloedzone die binnen bepaalde grenzen kan worden geregeld. Wanneer het toestel deel uitmaakt van een werkplaatskoffertje, beschermt het niet alleen alles wat stroomafwaarts ligt, maar ook een gedeelte stroomopwaarts tot op een afstand die dikwijls nagenoeg 200 m bedraagt. Indien het net verscheidene toestellen omvat, is de selectiviteit verzekerd op voorwaarde dat de invloedzones van de verschillende toestellen elkaar niet dekken.

De selectiviteit is bijgevolg niet op volstrekte wijze verzekerd aangezien de zones elkaar moeten dekken, wil men de bescherming van alle delen van het net bekomen. Zoals wij in hoofdstuk III zullen zien, heeft men dit bezwaar verholpen door aan de installatie een inrichting toe te voegen die de selectiviteit op onrechtstreekse wijze verzekert en de wederinschakeling op een defect onmogelijk maakt.

Het ware wenselijk dat deze toestellen zouden aangevuld worden met een inrichting om de isolatieweerstand te meten.

rompu au premier passage à zéro, soit en moins de 10 millisecondes. On peut ainsi obtenir la détection de résistances de défaut phase-masse élevées. Le seuil de fonctionnement du relais est réglable entre 10.000 et 40.000 ohms et un signal optique avertit lorsque la résistance d'isolement s'approche de ce seuil.

Les courants de fuite sont de l'ordre de 10 à 20 milliampères et l'appareil est par conséquent de sécurité intrinsèque contre le grisou.

Au retard de 10 ms précité, il faut ajouter le temps de fonctionnement du relais intermédiaire (60 ms) et celui du dispositif de coupure (30 ms), ce qui donne au total 100 ms.

Il est à noter que la capacité du réseau influence les seuils de fonctionnement; c'est pourquoi il est nécessaire d'adapter les inductances du neutre artificiel aux caractéristiques du réseau. Ces inductances compensent dans une certaine mesure la capacité du réseau et tendent, de ce fait, à diminuer le danger d'électrocution.

A chaque appareil correspond une zone d'influence qui est réglable dans certaines limites. Lorsque l'appareil fait partie d'un coffret de chantier, il protège non seulement toute la partie aval, mais aussi une partie amont jusqu'à une distance qui est souvent de l'ordre de 200 m. Si le réseau comporte plusieurs appareils, la sélectivité est assurée à condition que les zones d'influence des divers appareils ne se recouvrent pas. La sélectivité n'est donc pas assurée d'une manière absolue parce que le recouvrement des zones est indispensable si l'on veut que toutes les parties de réseau soient protégées. On a pallié cet inconvénient, ainsi que nous le verrons au Chapitre III, par l'adjonction d'un dispositif assurant la sélectivité d'une manière indirecte et empêchant le réenclenchement sur défaut.

Il serait souhaitable que ces appareils puissent être complétés par un dispositif donnant la mesure de la résistance d'isolement.

§ 5. Toestellen berustend op de controle van een door middel van gelijkrichters gevormd kunstmatig nulpunt (fig. 6).

Deze toestellen verschillen van de vorige door het feit dat het kunstmatig nulpunt gevormd wordt door middel van drie gelijkrichters, derwijze dat in geval van defect een gelijkstroom ontstaat in de kring die het kunstmatig nulpunt langs een meettoestel en een weerstand van 50.000 ohms met de massa verbindt. Deze stroom is zeer zwak en het toestel is dus uiteraard veilig tegen mijngas.

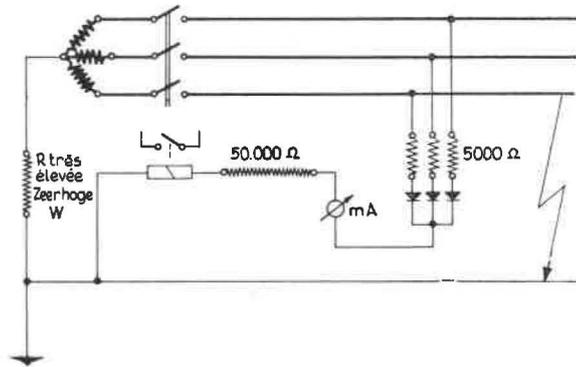


Fig. 6.

Onder het oogpunt van hun werkingskarakteristieken vertonen deze toestellen veel gelijkenis met deze die berusten op het principe van de injectie van een gelijkstroom, waarover wij verder zullen uitwijden. De meting vergt een vertraging van 100 ms, maar zij is onafhankelijk van de capaciteit en de dys-symmetrie van het net.

Er dient nochtans opgemerkt dat deze toestellen buiten dienst gesteld worden, wegens gebrek aan stroom, wanneer de contactor waarmee zij verbonden zijn uitgeschakeld is, in tegenstelling met de eigenlijke toestellen met injectie van gelijkstroom, die stroom kunnen ontvangen van een punt gelegen opwaarts van de contactor. Ingeval het net verscheidene toestellen omvat, is de selectiviteit niet verzekerd.

§ 6. Toestellen berustend op de rechtstreekse ampèremetrische meting van een door een detectiescherm opgevangen defectstroom (fig. 7 en 8).

De kabels die voorzien zijn van een collectief detectiescherm kunnen beschermd worden door een toestel dat beïnvloed wordt door de rechtstreekse ampèremetrische meting van een defectstroom.

In dit geval worden de drie fasegeleiders P (fig. 8) en de schutgeleider M ieder omringd door een isolerende huls I, terwijl de detectiegeleider bestaat uit een scherm E in geleidende rubber, dat het geheel omringt en verscheidene geleiders van geringe

§ 5. Appareils basés sur le contrôle de la tension redressée, entre un neutre artificiel et la masse (fig. 6).

Ces appareils diffèrent des précédents par le fait que le neutre artificiel est constitué à l'aide de trois redresseurs, de telle sorte que, en cas de défaut, c'est un courant continu qui s'établit dans le circuit reliant le neutre artificiel à la masse, en passant par l'appareil de mesure et par une résistance de 50.000 ohms. Ce courant est extrêmement faible et l'appareil est donc de sécurité intrinsèque contre le grisou.

Au point de vue de leurs caractéristiques de fonctionnement, ces appareils se rapprochent fort de ceux qui sont basés sur le principe d'injection de courant continu, sur lequel nous nous étendrons ci-après. La mesure exige un retard de 100 ms, mais elle est pratiquement indépendante de la capacité et des dissymétries du réseau.

Il y a toutefois lieu de remarquer que ces appareils sont hors service, par défaut d'alimentation, lorsque le contacteur auquel ils sont accouplés est déclenché, contrairement aux appareils à injection de courant continu proprement dits, lesquels peuvent être alimentés par une prise située en amont du contacteur. Si le réseau comporte plusieurs appareils, la sélectivité n'est pas assurée.

§ 6. Appareils basés sur la mesure ampèremétrique directe d'un courant de défaut capté par un écran détecteur (fig. 7 et 8).

Les câbles qui sont munis d'un écran collectif de détection peuvent être protégés par un dispositif influencé par la mesure ampèremétrique directe d'un courant de fuite.

Dans ce cas, les trois conducteurs de phase P et le conducteur des masses M sont entourés chacun de gaines isolantes I, et le conducteur de détection est constitué par un écran E en caoutchouc conducteur, entourant l'ensemble et garni de plusieurs conducteurs de faible section assurant la conductivité

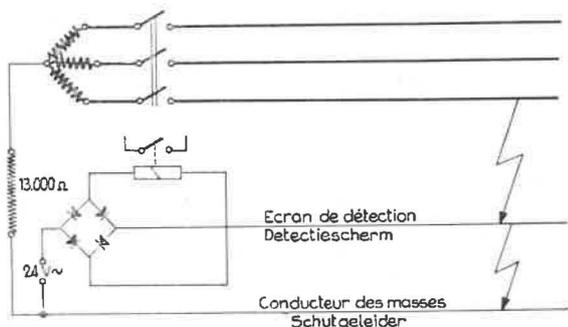


Fig. 7.

sectie bevat, ten einde de longitudinale conductiviteit van het scherm te verzekeren.

Een geringe wisselspanning, bij voorbeeld 24 volt, wordt ingelegd tussen het scherm en de schutgeleider. Een relais voor gelijkstroomdetectie, dat werkt voor een uiteraard mijngasveilige stroom ( $\pm 12$  mA), is door tussenkomst van een gelijkrichter aan de kring scherm-schutgeleider verbonden.

In geval van beschadiging door een buiten de kabel optredende oorzaak, ontstaat in de kabel een contact scherm-aarde of scherm-schutgeleider; in beide gevallen wordt de uitschakeling bekomen zodra de defectweerstand onder een bepaalde grens van ongeveer 600 ohms valt.

De detectietijd zou slechts 10 à 25 ms bedragen, naar gelang van het ogenblik ten opzichte van de omwisseling, dus maximum 45 ms, indien men rekening houdt met de tijd die vereist is voor de werking van de contactor.

Een defect tussen twee fasen of tussen een fase en de massa wordt noodzakelijk voorafgegaan door een defect fase-scherm want de geleidende rubber van het scherm beslaat de ruimte tussen de geleiders. Welnu, een defect fase-scherm doet een stroom ontstaan waarvan de kring gesloten wordt door verbinding van het nulpunt met de aarde door middel van een hoge weerstand, bv. 13.000 ohms. Deze stroom beïnvloedt het vermeld relais en veroorzaakt de uitschakeling.

Dit toestel wordt bij een werkplaatskoffertje gevoegd, hetwelk dan dient als veiligheidsblok voor het op afstand besturen van beweegbare tuigen.

Indien men ontijdige uitschakelingen wil vermijden, moet het scherm goed geïsoleerd en beschermd zijn, zoniet kan men in een vochtig midden moeilijkheden hebben. Met dit voorbehoud schijnt het stelsel wel belangwekkend te zijn.

Schikkingen zijn getroffen tegen de overspanning die kan voorkomen bij een dubbel defect, enerzijds tussen een fase en het scherm, en anderzijds tussen een andere fase en de massa opwaarts van het werkplaatskoffertje, in welk geval de detectiekring zou onderworpen zijn aan de samengestelde spanning tussen fasen.

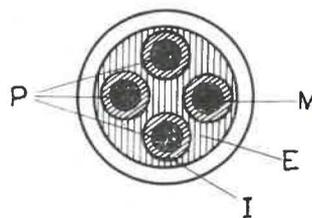


Fig. 8.

longitudinale du caoutchouc conducteur. Une tension alternative faible est appliquée entre l'écran et le conducteur des masses, par exemple 24 V.

Un relais de détection en courant continu, fonctionnant pour un courant de sécurité intrinsèque ( $\pm 12$  mA), est relié au circuit écran-conducteur des masses par l'intermédiaire d'un redresseur.

En cas de détérioration due à une cause extérieure au câble, il se produit dans le câble un contact écran-terre ou écran-conducteur des masses. Dans les deux cas, la coupure est obtenue dès que la résistance de défaut tombe en-dessous d'un seuil de l'ordre de 600 ohms. Le retard nécessité pour la détection, ne s'élèverait qu'à 10 à 25 ms selon le moment par rapport à l'alternance, soit au maximum 45 ms en comptant le temps nécessaire au fonctionnement du contacteur.

Un défaut entre phases ou entre une phase et la masse doit nécessairement être précédé d'un défaut phase-écran, parce que le caoutchouc conducteur de l'écran occupe l'espace existant entre les conducteurs. Or, un défaut phase-écran donne lieu à un courant dont le circuit de bouclage est obtenu en reliant le neutre à la terre par une résistance élevée, par exemple 13.000 ohms. Ce courant influence le relais précité et provoque la coupure. Ce dispositif est conçu pour servir de bloc de sécurité à incorporer aux coffrets de chantier destinés à la commande à distance des engins mobiles.

Si l'on veut éviter des déclenchements intempestifs, il faut que l'écran soit bien isolé et protégé, sans quoi on risque d'avoir des difficultés en milieu humide. Moyennant cette réserve, le système paraît intéressant.

Des dispositions sont prévues pour éviter les inconvénients résultant d'un double défaut, d'une part entre une phase et l'écran, d'autre part entre une autre phase et la masse à l'amont du coffret de chantier, cas où le circuit de détection est soumis à la tension composée entre phases.

§ 7. Beschermingstoestellen berustend op het principe van de ampèremetrische uitschakeling door homopolaire stroom (fig. 9).

Deze toestellen verzekeren, door middel van een magnetische torus, (in Engeland « core-balance » genoemd) de detectie van de vectoriële resultante van de stromen der drie fasegeleiders, welke resultante « homopolaire stroom » genoemd wordt.

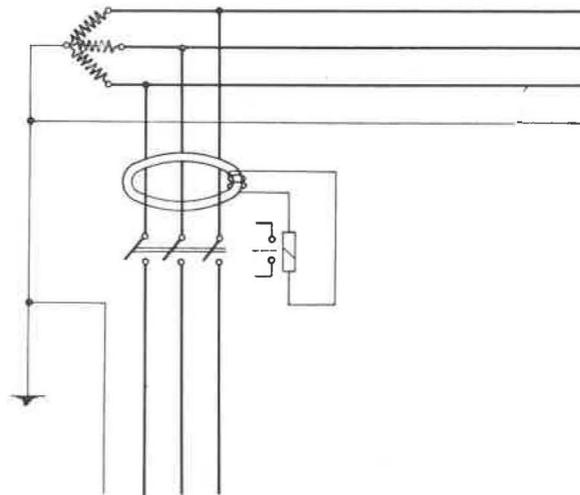


Fig. 9.

In Engeland en in Nederland worden zij op grote schaal gebruikt, met nulpunt aan de aarde en met een relais gevoelig voor 1, 2, of dikwijls 5 A. Deze toestellen zijn dus niet uiteraard veilig tegen mijn-gas. Wegens hun geringe gevoeligheid treden zij slechts in werking bij zeer ernstige defecten.

Een « core-balance » kan op elke vertakking van het net geplaatst worden ; enkel de vertakking waarin zich een defect voordoet, wordt automatisch uitgeschakeld, zodat de selectiviteit verzekerd is.

De bescherming tegen de gevaren voor brand en mijn-gas is echter niet gewaarborgd, want, daar het nulpunt met de aarde verbonden is, kan het aan het defect ontwikkeld vermogen zeer groot zijn. Men verhelpt dit in zekere mate door het inlassen van een weerstand tussen het nulpunt en de aarde, waarbij de kortsluitingsstroom fase-aarde tot een bepaalde waarde, bv. 30 A, beperkt wordt. De ramp die op 22 april 1959 in de mijn Walton, in Engeland, voorviel, wijst op de ernst van dit gevaar.

Men kan de gevoeligheid verhogen, bv. tot 0,5 A ; in dit geval is de bescherming beter, maar is de selectiviteit niet meer verzekerd.

Bij geïsoleerde nulpunten kan de « core-balance » een degelijke bescherming verzekeren op voorwaarde dat de gevoeligheid nog verhoogd wordt tot 0,3 A op 6.000 V, en tot 0,2 zelfs 0,1 A op 500 V, en op voorwaarde dat het nulpunt door middel van een capaciteit met de aarde wordt verbonden, ten einde de impedantie van de sluitkring der homopolaire

§ 7. Appareils de protection basés sur le déclenchement ampèremétrique par courant homopolaire (fig. 9).

Ces appareils détectent, à l'aide d'un tore magnétique (dénommé en Angleterre « core-balance »), la résultante vectorielle des trois courants passant dans les trois conducteurs de phase, résultante qui est dénommée « courant homopolaire ».

Ils sont utilisés en Angleterre et en Hollande sur une large échelle, avec neutre à la terre et avec des relais d'une sensibilité de 1, 2 ou généralement 5 A. Ces dispositifs ne sont donc pas de sécurité intrinsèque contre le grisou. En raison de leur faible sensibilité, ils ne fonctionnent que pour des défauts très graves.

Un « core-balance » étant placé sur chaque antenne du réseau, seule l'antenne en défaut déclenche et la sélectivité est donc assurée.

La protection contre les dangers « incendie » et « grisou » n'est toutefois pas garantie, car, le neutre étant à la terre, l'énergie dissipée au défaut peut être extrêmement élevée. On y remédie dans une certaine mesure en introduisant une résistance entre le neutre et la terre, limitant le court-circuit phase-terre à une valeur déterminée, par exemple 30 A. La catastrophe survenue le 22 avril 1959 à la mine Walton, en Angleterre, confirme la gravité de ce danger.

On peut augmenter la sensibilité, par exemple jusqu'à 0,5 A ; dans ce cas, la protection est meilleure, mais alors la sélectivité n'est plus assurée.

En neutre isolé, le « core-balance » peut fournir une protection correcte, à condition d'augmenter encore la sensibilité jusqu'à 0,3 A en 6.000 V, et jusque 0,2, voire 0,1 A, en 500 V, et à condition de relier le point neutre à la terre par l'intermédiaire d'une capacité, afin de diminuer l'impédance du circuit de bouclage des courants homopolaire. Toute-

stromen te verminderen. Met die oplossing verliest men echter de selectiviteit.

De tabellen gepubliceerd door de Heer Bihl (« Annales des Mines de France », maart 1957) tonen aan dat men met een toestel op basis van de ampèremetrische detectie van de homopolaire stroom, in een net op 500 V waarvan het nulpunt met de aarde verbonden is door een capaciteit van 3  $\mu\text{F}$ , de uitschakeling bekomt bij een defectweerstand fase-aarde van 2.700 ohms (klein net) à 1.760 ohms (groot net), met een relais dat gevoelig is op 0,1 A; die cijfers dalen respectievelijk tot 1.080 ohms en 710 ohms met een relais dat gevoelig is op 0,2 A, hetgeen desnoods nog bevredigend zou kunnen zijn. Aangezien de selectiviteit des te minder verzekerd is naarmate de gevoeligheid groter is, neemt men liever deze laatste gevoeligheid.

Nochtans, wanneer het capacitief onevenwicht van het net groot is, kunnen zich in zekere gevallen ontijdige uitschakelingen met nuldefect voordoen. Om een degelijke werking te bekomen, zou de schutgeleider daarom in de as der kabels, ofwel buiten de kabels moeten liggen, opdat deze laatste volkomen symmetrisch zouden zijn. Aangezien dit gewoonlijk niet het geval is, begrijpt men dat het gebruik van die toestellen in de mijnen waar het nulpunt der netten geïsoleerd is, geen uitbreiding heeft kunnen vinden.

Het gebruik van buiten de kabels gelegde schutgeleiders schijnt overigens niet aan te bevelen wegens het risico van diefstal. De veiligheid tegen electrocutie vereist immers in de eerste plaats een degelijke equipotentiële verbinding der massa's. Men voert hiertegen aan dat de huidige toestellen voor de controle der isolatie de uitschakeling van het net kunnen teweegbrengen voor defectweerstand die veel groter zijn dan de weerstand die er bv. kan bestaan tussen een ondersnijmachine of een gepantserd vervoerstoestel en de aarde en dat deze toestellen bijgevolg evengoed werken wanneer de equipotentiële verbinding der massa's onderbroken is als wanneer zij gaaf is. Dit is juist, maar toch schijnt het niet aan te bevelen, of althans zeer voorbarig te zijn, de fundamentele regel der equipotentiële verbinding der massa's om deze reden prijs te geven.

#### § 8. Toestellen berustend op het principe van een directionele bescherming met homopolaire stroom (fig. 10 a, 10 b, 10 c).

Ten einde een volmaakte selectiviteit te bekomen, heeft de Heer Bihl een stelsel uitgedacht dat niet alleen berust op de waarde van de homopolaire stroom, maar bovendien op het feit dat de homopolaire stroom in een vertakking waarin een defect bestaat en de homopolaire stroom die door het defect in de gezonde takken veroorzaakt wordt, een tegengestelde zin hebben. In dit stelsel worden de

fois, en adoptant pareille solution, on perd la sélectivité.

Les tableaux publiés par M. Bihl (Annales des Mines de France, mars 1957) font apparaître qu'avec un appareil basé sur la détection ampèremétrique des courants homopolaires et dans un réseau à 500 V, point neutre relié à la terre par une capacité de 3  $\mu\text{F}$ , on obtient le déclenchement pour une résistance de défaut phase-terre de 2.700 ohms (petit réseau) à 1.760 ohms (grand réseau) avec un relais sensibilisé à 0,1 A. Ces chiffres descendent respectivement à 1.080 ohms et 710 ohms avec un relais sensibilisé à 0,2 A, ce qui pourrait à la rigueur encore être satisfaisant. Comme la sélectivité est d'autant moins assurée que la sensibilité est grande, on choisit plutôt cette dernière sensibilité.

Il peut, d'autre part, se produire dans certains cas des déclenchements intempestifs à défaut nul lorsque le déséquilibre capacitif du réseau est grand. C'est pourquoi un fonctionnement correct postule que le conducteur assurant la continuité des masses soit disposé dans l'axe des câbles ou soit extérieur aux câbles de manière que ceux-ci soient parfaitement symétriques. Comme ce n'est généralement pas le cas, on conçoit que l'utilisation de ces appareils n'ait pas pu être étendue dans les mines où le point neutre des réseaux est isolé.

D'ailleurs, l'usage de conducteurs des masses extérieurs aux câbles ne paraît pas recommandable, surtout en raison du risque de vol. En effet, la sécurité contre l'électrocution postule avant tout une *liaison équipotentielle des masses* correcte. On objecte à cela que les contrôleurs d'isolement actuels peuvent provoquer le déclenchement du réseau pour des résistances de défaut fort supérieures à la résistance qui peut exister, par exemple, entre une haveuse et un convoyeur blindé et la terre et que, par conséquent, ces appareils fonctionnent tout aussi bien lorsque la liaison équipotentielle des masses est interrompue que lorsqu'elle ne l'est pas. Ceci est exact, mais il paraît néanmoins peu recommandable, ou tout au moins fort prématuré, d'abandonner pour ce motif la règle fondamentale de la liaison équipotentielle des masses.

#### § 8. Appareils basés sur une protection directionnelle du courant homopolaire (fig 10 a, 10 b et 10 c).

Afin d'assurer une sélectivité parfaite, M. Bihl propose un système basé, non seulement sur la valeur du courant homopolaire, mais, en plus, sur le fait que le courant homopolaire dans l'antenne en défaut est de sens contraire au courant homopolaire causé par le défaut dans les antennes restées saines. Dans ce système, les relais sont influencés, non seulement par le courant homopolaire, mais aussi par

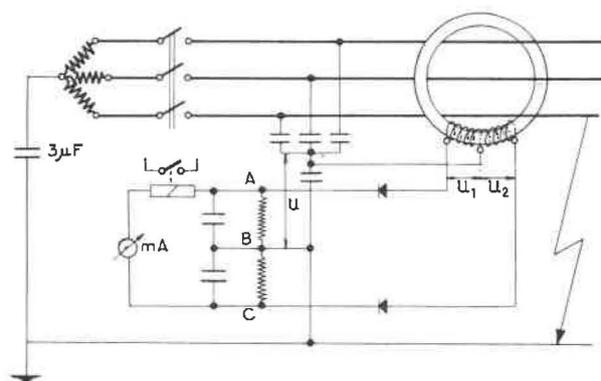


Fig. 10a.

relais beïnvloed, niet alleen door de waarde van de homopolaire stroom, maar ook door de spanning van een kunstmatig nulpunt dat op iedere vertakking door middel van capaciteiten verwezenlijkt wordt, alsook door de tussen deze spanning en de homopolaire stroom bestaande verschuiving.

In stede van een gewoon ampèremetrisch relais, gaat het hier om een relais werkend op het vermogen. De Heer Bihl bewijst dat men er in sommige gevallen voordeel bij heeft wattmetrische relais te gebruiken, die beïnvloed worden door het actief homopolaire vermogen, en in andere gevallen varmetrische relais, die beïnvloed worden door het reactief homopolaire vermogen. Sedert 1957 worden dergelijke toestellen in Frankrijk met welslagen gebruikt. De afbeeldingen 10b en 10c tonen de samenstelling der spanningen aan, respectievelijk voor een net in goede staat en voor een net waar een defect bestaat.

Met een net op 500 V, in evenwicht ten opzichte van de capaciteiten, het kunstmatig nulpunt door tussenkomst van een capaciteit van 3  $\mu$ F aan de aarde verbonden, en met een varmetrisch relais, bekomt men de uitschakeling van de defecte vertakking voor de volgende defectweerstand:

Met een gevoeligheid van 10 Var (ongev. 0,1 A) :

klein net : 2.600 ohms  
groot net : 1.700 ohms

Met een gevoeligheid van 41 Var (ongev. 0,2 A) :

klein net : 1.000 ohms  
groot net : 650 ohms

De temporisatie schommelt van 200 msec tot 1,5 sec.

De selectiviteit is volkomen verzekerd.

Er weze opgemerkt dat de berekeningen gemaakt werden voor netten in evenwicht ten opzichte van de capaciteiten. Indien er een capaciteits onevenwicht bestaat, werkt dit in dezelfde zin als een defect, wat met een zeer gevoelige regeling uitschakelingen op nuldefect kan veroorzaken. Daarom mag men niet de grootste gevoeligheid kiezen, wanneer de kabels niet symmetrisch zijn.

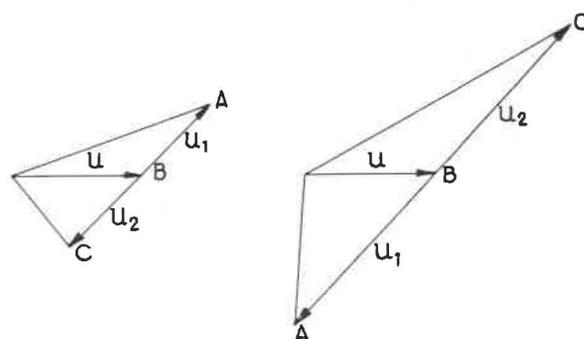


Fig. 10b et c.

la tension d'un point neutre artificiel réalisé sur chaque antenne à l'aide de capacités, et par le déphasage existant entre cette tension et le courant homopolaire. Au lieu d'un simple relais ampèremétrique, il s'agit donc ici d'un relais de la catégorie des relais de puissance. M. Bihl démontre que, dans certains cas, on a intérêt à utiliser un relais wattmétrique, influencé par la puissance homopolaire active, dans d'autres cas, un relais varmétrique, influencé par la puissance homopolaire réactive. Des appareils de ce genre sont utilisés avec succès en France depuis 1957. Les figures 10b et 10c montrent la composition des tensions respectivement pour un réseau sain et pour un réseau où existe un défaut.

A titre d'exemple, on obtient avec un réseau à 500 V, équilibré par rapport aux capacités, neutre artificiel relié à la terre par l'intermédiaire d'une capacité de 3  $\mu$ F, et avec un relais varmétrique, le déclenchement de l'antenne en défaut pour les résistances de défaut suivantes :

Avec sensibilité 10 Var (environ 0,1 A) :

petit réseau : 2.600 ohms  
grand réseau : 1.700 ohms

Avec sensibilité 41 Var (environ 0,2 A) :

petit réseau : 1.000 ohms  
grand réseau : 650 ohms

La temporisation varie entre 200 ms et 1,5 s.

La sélectivité est assurée d'une manière absolue.

Notons que les calculs ont été effectués pour des réseaux équilibrés. S'il existe un déséquilibre capacitif, celui-ci agit dans le même sens qu'un défaut et pourrait, avec un réglage très sensible, provoquer le déclenchement à défaut nul. C'est pourquoi on ne peut pas choisir la plus haute sensibilité lorsque les câbles ne sont pas symétriques.

§ 9. Toestellen berustend op het principe van injectie van gelijkstroom in het net (fig. 11 en 12).

α) Toestellen voor de controle der isolatie.

Deze toestellen bepalen op permanente wijze door middel van gelijkstroom de globale weerstand tussen de massa en het net in zijn geheel, d.w.z. de waarde van de isolatie van het net. Hun werking is bijgevolg onafhankelijk van de capaciteiten van het net.

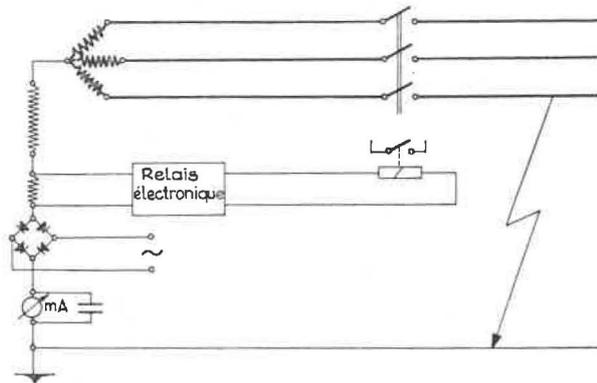


Fig. 11.

De bron van gelijkstroom is enerzijds verbonden aan een fase van het net, ofwel aan het nulpunt van het net (fig. 11), gebeurlijk aan een kunstmatig nulpunt (fig. 12), en anderzijds aan de kring der massa's. Sommige constructeurs oordelen dat een gelijkspanning van 30 V voldoende is. Andere verkiezen een spanning van ongeveer 100 V, zelfs 200 V, ten einde de storende invloed van gebeurlijke slechte contacten in de kringen te verminderen.

De stromen worden beperkt door zeer hoge weerstanden; zij zijn dus zeer zwak, slechts enkele mA, zodat de toestellen uiteraard veilig zijn tegen mijn-gas.

Een in serie met de bron geplaatst meettoestel duidt de globale defectstroom aan en bijgevolg de waarde van de isolatie. De schommelingen van de spanning aan de klemmen van een weerstand, evenredig met de schommelingen van de stroom, kunnen anderzijds, na versterking, een relais besturen, dat een optisch of een acoustisch signaal, of beide tegelijk, in werking stelt wanneer de alarmgrens bereikt is, en eventueel een tweede relais dat de bescherming verwezenlijkt door het net automatisch uit te schakelen wanneer de isolatie beneden een tweede grens daalt, die wij uitschakelingsgrens zullen noemen.

Ten einde het slingeren van de relais te beletten, moet men toestellen gebruiken die werken door het kippen van alles tot niets, bv. een triode met warme kathode, zoals een thyatron, of beter nog, kippers met transistoren, ook « triggers » genaamd. Wanneer men electronenbuizen gebruikt, moet men een

§ 9. Appareils basés sur le principe de l'injection de courant continu dans le réseau.

α) Contrôleurs d'isolement (fig. 11 et 12).

Ces appareils déterminent, d'une manière permanente, à l'aide d'un courant continu, la résistance globale existant entre l'ensemble du réseau et le circuit des masses, c'est-à-dire la valeur de l'isolement du réseau. Leur fonctionnement est donc indépendant des capacités du réseau.

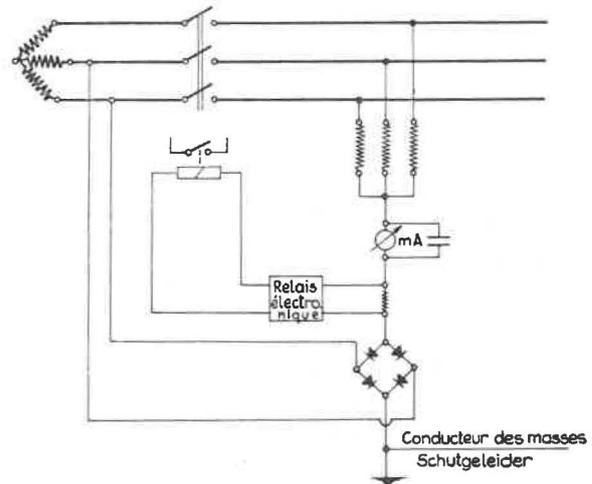


Fig. 12.

La source de courant continu est raccordée, d'une part, à une phase du réseau, ou bien au neutre du réseau (fig. 11), éventuellement à un neutre artificiel (fig. 12) et, d'autre part, au circuit des masses. Certains constructeurs estiment qu'une tension continue de 30 V suffit. D'autres choisissent une tension de l'ordre de 100 V, même 200 V, afin de diminuer l'influence perturbatrice des mauvais contacts pouvant exister dans les circuits.

Les courants, limités par des résistances élevées, sont très faibles, de l'ordre de quelques milliampères, ce qui permet de rendre l'appareillage de sécurité intrinsèque contre le grisou.

Un appareil de mesure, placé en série avec la source, indique le courant de fuite global et, par conséquent, la valeur de l'isolement. D'autre part, la variation de tension aux bornes d'une résistance, proportionnelle à la variation du courant, peut, après amplification, commander un relais actionnant un signal acoustique ou optique, ou les deux, lorsque le seuil d'alerte est atteint, et éventuellement un second relais, assurant la protection par séparation du réseau de la source, lorsque l'isolement tombe en dessous d'un second seuil que nous appellerons seuil de déclenchement.

Afin d'éviter le pompage des relais, il faut utiliser des dispositifs fonctionnant par basculement de tout à rien, par exemple des triodes à cathode chaude telles que les thyatrons, ou mieux des bas-

voldoende levensduur voorzien, alsook een schikking die een positieve elektrische veiligheid verzekert, d.w.z. dat gelijk welke storing het relais moet doen werken; de electronenbuizen dienen dus normaal onder excitatie te staan, terwijl de relais door een onderbreking van de excitatie moeten werken. Wegens de grote schommelingen van de netspanning, wordt de thyatron thans evenwel vervangen door galvanometrische relais, alhoewel deze oplossing iets duurder is.

Ten einde de nauwkeurigheid van de meting te verzekeren, moet de injectiespanning geregulariseerd worden, hetgeen men bv. kan bekomen door middel van een diode met koude kathode, tenzij men een meetbrug gebruikt waarvan de uitslagen onafhankelijk zijn van de spanning.

Indien men transistoren gebruikt, moeten deze ongevoelig gemaakt worden voor de schommelingen van de temperatuur; dit bekomt men door middel van weerstanden met een aangepaste karakteristiek om het nodige compenserend effect te bekomen.

De storende invloed van de wisselstromen en van de overgangverschijnselen moet weggenomen worden door middel van een filter. Deze bevat nl. een capaciteit die, bij detectie van een defect, aanleiding geeft tot een vertraging gelijk aan de tijd die nodig is om de capaciteit te laden. Die vertraging is veranderlijk in functie van het verschil dat op het ogenblik van de detectie bestaat tussen de waarden van de isolatie van het net vóór en na het verschijnen van het defect. Men moet alzo gewoonlijk rekenen met een vertraging van 100, soms 150 msec, welke de tijd vormt die nodig is om de meting te verrichten. Naar gelang van de aard van het uitschakeltoestel, kan dus de snelste bescherming pas bekomen worden na 140 of 120 msec.

De meeste toestellen zijn bovendien uitgerust met een temporisatiemiddel dat regelbaar is bv. van 100 msec tot 1 sec.

Men temporiseert in de praktijk dikwijls op 500 msec, om de eventuele invloed van kortstondige aardingen te vermijden, maar het ware te wensen dat men zulk een duidelijk overdreven temporisatie zoveel mogelijk zou verminderen.

De toestellen zijn gewoonlijk ook voorzien van een schikking die toelaat een kunstmatig defect van een gekende waarde in te schakelen. Indien men het net afsnijdt op het ogenblik dat men het kunstmatig defect meet, terwijl al de andere voorwaarden onveranderd blijven, nl. de injectie van gelijkstroom in het net, kan men alzo de nauwkeurigheid van de aanduidingen van het meettoestel naar believen controleren.

De meetschaal van deze toestellen is zeer uitgebreid, terwijl de alarm- en uitschakelingsgrenzen zeer gemakkelijk kunnen worden geregeld. Men zou bv. als alarmgrens een waarde van ongeveer 50.000 ohms kunnen kiezen en voor de uitschakelingsgrens

cules à transistors aussi appelées « triggers ». Lorsqu'on utilise des tubes, il faut prévoir des éléments à durée de vie suffisamment longue, ainsi qu'une disposition à sécurité électrique positive, c'est-à-dire que toute panne doit donner lieu au fonctionnement des relais; les tubes seront donc normalement excités et les relais fonctionneront par interruption de l'excitation.

Toutefois, en raison des grandes variations de la tension des réseaux, on remplace actuellement les thyatrons par des relais galvanométriques, bien que cette solution soit un peu plus coûteuse.

Afin d'assurer la précision de la mesure, la tension d'injection doit être régularisée, ce qui peut être obtenu, par exemple, à l'aide d'une diode à cathode froide, à moins qu'on n'utilise un pont de mesure donnant des résultats indépendants de la tension.

Si l'on utilise des transistors, ceux-ci doivent être rendus insensibles aux variations de température, ce qui se fait à l'aide de résistances présentant une caractéristique appropriée en vue d'obtenir l'effet compensatoire voulu.

L'influence perturbatrice des courants alternatifs et des phénomènes transitoires doit être éliminée à l'aide d'un filtre. Celui-ci comporte une capacité qui, lors de la détection d'un défaut, donne lieu à un retard égal au temps de chargement de la capacité. Ce retard est variable en fonction de l'écart qui existe, au moment de la détection, entre les valeurs de l'isolement du réseau avant et après apparition du défaut. Il faut compter généralement sur un retard de 100, parfois 150 ms, retard qui constitue le temps nécessaire pour la mesure. Selon l'appareil de coupure utilisé, la protection la plus rapide peut ainsi être obtenue en 140 ou 120 ms.

La plupart des appareils sont, en outre, munis d'un dispositif de temporisation, réglable par exemple entre 100 ms et 1 sec. On temporise en pratique souvent à 500 ms pour éviter l'influence éventuelle de terres intermittentes, mais il serait souhaitable qu'on réduise autant que possible cette temporisation manifestement excessive.

Les appareils sont aussi généralement munis d'un dispositif permettant l'insertion d'un défaut artificiel d'une valeur connue. Si l'on isole le réseau au moment où l'on mesure le défaut artificiel, tout en maintenant les autres conditions, et notamment l'injection de la tension continue dans le réseau, inchangées, on peut ainsi contrôler à volonté l'exactitude des indications de l'appareil de mesure.

La gamme de mesure de ces appareils est très étendue et le réglage des seuils d'alerte et de déclenchement est aisé. On pourrait, par exemple, choisir comme seuil d'alerte une valeur de l'ordre de 50.000 ohms et comme seuil de déclenchement une valeur

een waarde van 15.000 ohms ; deze waarden kunnen verminderd worden, bv. respectievelijk tot 15.000 en 5.000 ohms (desnoods tot 2.500 ohms), wanneer de isolatieomstandigheden moeilijk zijn. Het terug inschakelen is gewoonlijk niet mogelijk zolang men geen verhoging van de isolatie bekomen heeft, bv. 5.000 ohms boven de uitschakelingsgrens.

Het acoustisch signaal moet kunnen stilgelegd worden, maar niet het optisch signaal. Dit laatste zou pas mogen verdwijnen wanneer het defect opgehouden heeft en in dit geval moet het acoustisch signaal automatisch terugkomen in de stand gereed om te werken.

Het kan ook van belang zijn een signaal van vóoralarm te voorzien, dat bv. op 50.000, 75.000 of 100.000 ohms werkt, maar hiervoor moet dan een derde relais voorzien worden.

De alarm- en uitschakelingsrelais kunnen, door aansluiting op een telefoonnet, het alarm ook op grote afstand geven.

In een bepaalde mijn wordt de meting van de isolatie van al de ondergrondse netten op permanente wijze op de bovengrond automatisch geregistreerd. Het hoofd van de electriciteitsdienst kan also van op de bovengrond de toestand van de isolatie van zijn netten volgen en alleen op het zicht van de vorm der diagrammen kan hij dikwijls de plaats van een eventueel defect bepalen, alsook zich rekenschap geven van de gang der exploitatie in de verschillende geëlectriceerde werkplaatsen. Deze schikking biedt veel voordeel, maar zij vereist een kabel met verscheidene geleiders tot op de bovengrond ; de signalen kunnen ook door slechts twee geleiders worden overgemaakt, maar dan op verschillende frekwenties, hetgeen tamelijk kostelijke toestellen vergt.

Er dient opgemerkt dat men slechts één enkel toestel op elk net kan plaatsen, want indien er twee waren, zouden zij elkaar detecteren.

Indien het toestel het ganse net beschermt, wat gewoonlijk het geval is, zal het geplaatst worden in het onderstation. Is de uitschakelingsgrens bereikt, dan wordt bijgevolg het ganse net uitgeschakeld. Het toestel is dus niet selectief, maar wij zullen verder zien dat men dit gebrek op een zeer handige wijze heeft verholpen.

Een belangrijke hoedanigheid van deze toestellen bestaat in het feit dat zij, zoals die bedoeld onder § 4, het net kunnen controleren zelfs wanneer dit laatste niet onder spanning staat, wat toelaat het inschakelen op een defect te beletten.

Men heeft aan de toestellen van dit type verwezen dat zij de werking van de koffertjes voor afstandsbesturing storen, daar deze laatste eveneens gelijkgerichte stromen gebruiken, maar thans bestaan er schikkingen om dit euvel te vermijden.

De eerste toestellen verschenen op de markt in 1946 ; talrijke mijnen bezitten er sedert verscheidene

de 15.000 ohms ; ces valeurs peuvent être réduites par exemple, respectivement à 15.000 ohms et à 5.000 ohms (voire 2.500 ohms) lorsque les conditions d'isolement sont difficiles. Le réenclenchement n'est généralement pas possible avant d'avoir obtenu un certain relèvement de l'isolement, par exemple 5.000 ohms au-dessus de la valeur de déclenchement.

Le signal acoustique doit pouvoir être arrêté, mais pas le signal optique. Ce dernier ne devrait disparaître que lorsque le défaut est supprimé et, dans ce cas, le signal acoustique doit être remis automatiquement dans la position le rendant prêt à fonctionner.

Il peut aussi être intéressant de prévoir un signal de préalerte fonctionnant, par exemple, à 50.000, 75.000 ou 100.000 ohms, mais il faut alors prévoir un troisième relais.

Des relais d'alerte et de déclenchement peuvent aussi, par une liaison avec un réseau téléphonique, donner l'alerte par sonnerie téléphonique en un endroit éloigné.

Dans certaine mine, la mesure de l'isolement de tous les réseaux du fond est enregistrée en permanence à la surface. Le chef du service électrique peut ainsi suivre de la surface l'état de l'isolement de ses réseaux et, sur simple vue de l'allure des diagrammes, il peut souvent localiser un défaut éventuel et aussi se rendre compte de la marche de l'exploitation dans les divers chantiers électrifiés. Cette disposition présente beaucoup d'intérêt, mais elle exige la pose d'un câble à conducteurs multiples jusqu'au jour, ou bien la transmission des divers signaux par les mêmes conducteurs, mais à des fréquences différentes, ce qui nécessite un appareillage assez coûteux.

Il est à remarquer qu'on ne peut brancher qu'un seul appareil sur chaque réseau, car s'il y avait deux appareils, ceux-ci se détecteraient mutuellement.

Si l'appareil protège le réseau entier, comme c'est généralement le cas, il sera placé à la sous-station. Lorsque le seuil de déclenchement est atteint, c'est le réseau entier qui sera séparé de sa source. L'appareil n'est donc pas sélectif, mais nous verrons plus loin qu'on a remédié à ce défaut d'une manière très habile.

Une importante qualité de ces appareils réside dans le fait que, contrairement à tous les précédents, il peuvent contrôler le réseau même lorsqu'il n'est pas sous tension, ce qui empêche les enclenchements sur défaut.

On a reproché à ce genre d'appareils de perturber le fonctionnement des coffrets de télécommande, lesquels exigent l'utilisation de courants redressés, mais il existe actuellement des dispositions qui permettent d'éviter cet inconvénient.

Les premiers appareils apparurent sur le marché en 1946 ; de nombreuses mines en possèdent depuis plusieurs années et les utilisent fréquemment avec

jaren en gebruiken ze dikwijls met uitschakelingsrelais, zonder dat dit tot enig bijzonder bezwaar heeft aanleiding gegeven. Thans kunnen de verschillende constructeurs zowel in België als in de naburige landen zeer volmaakte toestellen van dit type leveren, die zich onderscheiden door hun compacte en stevige uitvoering, door de afwezigheid van in beweging zijnde stukken, het gebruik van elementen met zeer lange levensduur, enz.

#### b) Toestellen voor de controle van de continuïteit van de schutgeleider.

Wij hebben reeds gezegd dat de equipotentiële verbinding der massa's een fundamentele maatregel is om het gevaar voor electrocutie te weren. De permanente controle van de continuïteit van de schutgeleider is dus van groot belang.

Men kan die permanente controle bekomen door het principe van de injectie van een stroom toe te passen. De bescherming kan verzekerd worden door een relais, dat de uitschakeling van het net veroorzaakt wanneer de weerstand van de schutkring een zekere waarde overschrijdt en dus ook bij onderbreking van de stuurgeleider of de schutgeleider.

De injectiespanning hoeft niet zo hoog te zijn als voor de toestellen voor de controle der isolatie. Men gebruikt bv. 12, 24 of 42 V.

Bij deze methode moet men kabels met minstens 5 geleiders gebruiken, nl. 3 fasen, 1 stuurgeleider en 1 schutgeleider. De gelijkgerichte stroom wordt geïnjecteerd in de stuurgeleider, terwijl de kring gesloten wordt langs de schutgeleider.

Indien men een wisselstroom injecteert en de gelijkrichter aan het uiteinde van de lijn plaatst (fig. 13), geeft het relais ook een gelijkstroom aan. In geval van kortsluiting tussen stuurgeleider en schutgeleider vermindert deze gelijkstroom en zal het relais eveneens werken. Dit laatste stelsel is dus veruit te verkiezen.

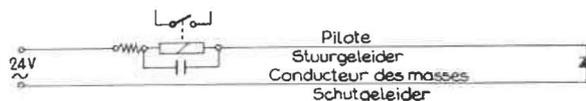


Fig. 13.

De meting geschiedt praktisch zonder vertraging, zodanig dat de uitschakeling in ongeveer 30 ms door een contactor kan worden bekomen.

#### c) Veiligheidsblokken.

Deze toestellen zijn in de werkplaatskoffertjes aangebracht en hebben tot doel de soepele kabels der beweegbare tuigen, zoals ondersnijmachines, te beschermen, terwijl zij tevens de besturing op afstand van deze tuigen verzekeren. Die welke berusten op het principe van de injectie van gelijkstroom

des relais de déclenchement sans qu'il n'en résulte aucun inconvénient majeur. Actuellement, divers constructeurs, tant en Belgique que dans les pays voisins, présentent des réalisations très perfectionnées de ce type d'appareil, se caractérisant par une présentation compacte et peu fragile, absence de pièces en mouvement, utilisation d'éléments de très longue durée de vie, etc.

#### b) Contrôleurs de continuité du circuit des masses.

Nous avons déjà dit que la liaison équipotentielle des masses constitue une mesure fondamentale au point de vue de la prévention contre le danger d'électrocution. Le contrôle permanent de la continuité du conducteur des masses présente donc un intérêt considérable.

On peut obtenir ce contrôle permanent en appliquant le principe d'injection de courant continu. La protection peut être assurée par un relais qui provoque le déclenchement du réseau lorsque la résistance du circuit des masses dépasse une certaine valeur et donc aussi lorsque le pilote ou le conducteur des masses est interrompu.

La tension d'injection peut être moins élevée que pour les contrôleurs d'isolement. On utilise, par exemple, 12, 24 ou 42 V.

Cette méthode nécessite l'utilisation de câbles à 5 conducteurs au moins, soit 3 phases, un pilote et un conducteur des masses. Le courant redressé est injecté dans le pilote, avec retour par le conducteur des masses.

Si l'on injecte un courant alternatif et que l'on place le redresseur en bout de ligne (fig. 13), le relais détecte aussi un courant continu. En cas de contact pilote-conducteur des masses, ce courant continu diminue et le relais fonctionnera également. Ce dernier système est donc fort préférable.

La mesure ne nécessite pratiquement aucun retard, de sorte que la coupure par le contacteur peut être obtenue environ en 30 ms.

#### c) Blocs de sécurité.

Ces appareils sont incorporés dans les coffrets de chantier et ont pour but de protéger les câbles souples des engins mobiles, tels que les haveuses, en même temps qu'ils assurent la télécommande de ces engins. Ceux qui sont basés sur le principe de l'injection de courants redressés combinent le principe

zijn een combinatie van het toestel voor de controle der isolatie en van het toestel voor de controle van de continuïteit van de schutgeleider, met de uitrusting die de besturing op afstand toelaat en de klassieke bescherming van het beweegbaar tuig door middel van een contactor verzekert.

In de nieuwste modellen liggen de hersenen die de verschillende opgelegde functies verzekeren, ook « logisch blok » genoemd, beschut in een gegoten massa uit plastische stof, die dank zij het gebruik van transistoren slechts van zeer geringe afmetingen is. Zijn de transistoren « in serie » geplaatst, dan wordt de opgelegde functie slechts volbracht als al de opgelegde voorwaarden gelijktijdig vervuld zijn. Zijn de transistoren daarentegen in parallel geplaatst dan wordt de opgelegde functie uitgevoerd zodra één enkel en om het even welke van de opgelegde voorwaarden vervuld is. Door schikkingen « in serie » en « in parallel » kan men dus de meest ingewikkelde vraagstukken oplossen. Voor soortgelijke toestellen werden in België brevetten genomen.

De veiligheidsblokken vereisen kabels met minstens 5 geleiders, met één, eventueel twee collectieve schermen, of met individuele schermen rond iedere fasegeleider, of nog individuele schermen samen met een collectief scherm.

Indien de kabel voorzien is van één enkel collectief scherm, kan dit verbonden worden met de massa, zoals voorgeschreven is door het Belgisch reglement, ofwel gepolariseerd worden op de spanning van de stuurgeleider, wat dikwijls het geval is in Frankrijk. Indien de kabel voorzien is van twee collectieve schermen, wordt het buitenste scherm verbonden met de massa en is het binnenste scherm gepolariseerd. Wanneer er individuele schermen bestaan, worden ze gepolariseerd indien er ook een collectief scherm bestaat dat met de massa verbonden is; is er geen collectief scherm, dan kunnen de individuele schermen hetzij gepolariseerd, hetzij met de massa verbonden worden.

Deze schermen zijn uit metaal of uit geleidende plastische stoffen. In dit laatste geval moeten metalen geleiders de longitudinale geleidbaarheid verzekeren. De schermen uit metaal worden tamelijk spoedig beschadigd en zijn dan een oorzaak van gevaar. Daarom verkiest men dikwijls schermen uit geleidende plastische stoffen, bv. uit rubber. De plastische stoffen die men hiervoor moet gebruiken zijn echter brandbaar en dikwijls niet zeer waterdicht; daarom mag men er geen overdreven hoeveelheid van gebruiken en moet men deze schermen bovendien door middel van een uitwendige, zeer stevige en zeer waterdichte bekleding beschermen.

Uit het voorgaande vloeit voort dat de beschermingen die door een veiligheidsblok kunnen verzekerd worden, verschillen naar gelang van het type van de gebruikte kabels.

du contrôleur d'isolement et celui du contrôleur de continuité du circuit des masses avec le dispositif assurant la télécommande et la protection classique par contacteur de l'engin mobile qu'ils desservent.

Dans les nouveaux modèles, le cerveau qui assure les divers asservissements, appelé aussi « bloc logique », est mis à l'abri dans une masse de matière plastique coulée, qui, grâce à l'usage de transistors, ne présente qu'un encombrement extrêmement réduit. Par la disposition en série des transistors, la fonction asservie n'est remplie que s'il est satisfait en même temps à toutes les conditions d'asservissement. Par contre, dans la disposition en parallèle, la fonction asservie est remplie dès qu'il est satisfait à l'une quelconque des conditions d'asservissement. Par des dispositions en série et en parallèle, on peut donc résoudre aisément les problèmes d'asservissement les plus complexes. Des brevets ont été déposés en Belgique au sujet d'appareils de ce genre.

Les blocs de sécurité postulent l'utilisation d'un câble à 5 conducteurs au moins, avec un, éventuellement deux, écrans collectifs, ou des écrans individuels autour de chaque conducteur de phase, ou parfois des écrans individuels conjointement avec un écran collectif.

Si le câble n'est muni que d'un seul écran collectif, celui-ci peut être relié à la masse comme le prévoit le règlement belge ou être polarisé à la tension du conducteur pilote comme c'est assez souvent le cas en France. Si le câble est muni de deux écrans collectifs, l'écran extérieur est relié à la masse et l'écran intérieur est polarisé. S'il existe des écrans individuels, ceux-ci sont polarisés s'il y a en outre un écran collectif relié à la masse. S'il n'y a pas d'écran collectif, les écrans individuels peuvent être, soit polarisés, soit reliés à la masse.

Ces écrans sont métalliques ou en matière plastique conductrice. Dans ce dernier cas, des conducteurs en cuivre doivent assurer la conductibilité longitudinale. Les écrans métalliques se détériorent facilement et constituent alors un danger. C'est pourquoi on préfère souvent les écrans en matière plastique conductrice. Toutefois les matières plastiques qu'on doit utiliser dans ce but sont combustibles et souvent peu étanches; c'est pourquoi il ne faut pas en utiliser avec excès, et, en outre, protéger ces écrans par une gaine extérieure très résistante et très étanche.

Il résulte de ce qui précède que les diverses protections que peut procurer un bloc de sécurité varient selon le type de câble qui est utilisé.

A. — *Met een kabel met één enkel, met de massa verbonden, collectief scherm* kunnen de volgende beschermingen bekomen worden :

1) uitschakeling wanneer de isolatie fase-massa, fase-scherm of fase-stuurgeleider onder een bepaalde waarde, bv. 10.000 ohms, daalt ;

2) uitschakeling wanneer de isolatie stuurgeleider-scherm daalt onder een bepaalde waarde, die men bv. tussen 1.250 en 500 ohms (of zelfs tot 250 ohms in vochtige omstandigheden) kan vaststellen, met onmogelijkheid terug in te schakelen zolang deze isolatie niet groter is dan een bepaalde waarde, bv. 2.500 ohms of 2.000 ohms, desnoods 500 ohms in een vochtige mijn ;

3) uitschakeling in geval van onderbreking van de stuurgeleider of van de schutgeleider en in geval van onderbreking van het scherm, indien dit laatste dienst doet als schutgeleider ;

4) veiligheid bij het uitschakelen van de verlengingsstekkers ;

5) onmogelijkheid van ontijdige aanzetting bij een welkdanig defect binnen in de kabel, en betrouwbare werking van de afstandsbesturing ;

6) bescherming tegen de impedante kortsluitingen tussen fasen, zodra de kortsluiting tussen fasen een kortsluiting tussen fase en scherm veroorzaakt heeft.

B. — *Indien het enig collectief scherm gepolariseerd is*, bekomt men al de beschermingen opgesomd onder A. en bovendien de bescherming tegen het indringen van gelijk welk voorwerp in de kabel, zodra dit voorwerp het scherm raakt en voor zover het in verbinding staat met de massa of met de aarde. De bescherming in geval van onderbreking van het scherm is ook verzekerd.

C. — *Indien het collectief gepolariseerd scherm vervangen wordt door individuele gepolariseerde schermen*, bekomt men benevens de beschermingen opgesomd onder A. en B. ook de rechtstreekse bescherming tegen de impedante kortsluitingen tussen fasen. Ingeval van onderbreking van een fase zal de bescherming gewoonlijk ook verzekerd zijn, want dit defect geeft meestal aanleiding tot een contact fase-scherm.

D. — *Indien de individuele schermen verbonden zijn met de massa*, bekomt men de beschermingen opgesomd onder A. en C. maar niet deze vermeld onder B.

E. — *Indien de kabel voorzien is van een met de massa verbonden collectief scherm en van gepolariseerde individuele schermen*, bekomt men al de beschermingen die opgesomd zijn onder A., B. en C. De bescherming tegen het indringen van een voorwerp in de kabel is bovendien verzekerd, zelfs in

A. — *Avec le câble à écran collectif unique relié à la masse*, on peut obtenir les protections suivantes.

1) déclenchement lorsque l'isolement phase-masse, phase-écran ou phase-pilote tombe en dessous d'une certaine valeur, par exemple 10.000 ohms ;

2) déclenchement lorsque l'isolement pilote-écran tombe en dessous d'une certaine valeur qu'on peut fixer, par exemple, entre 1.250 et 500 ohms (ou même 250 ohms en mine humide), avec impossibilité de réenclencher tant que cet isolement n'est pas supérieur à une certaine valeur, par exemple, 2.500 ohms ou 2.000 ohms, au besoin 500 ohms en mine humide ;

3) déclenchement en cas de rupture du pilote ou du conducteur des masses ou en cas de rupture de l'écran si celui-ci fait office de conducteur des masses ;

4) sécurité à la déconnexion des prolongateurs ;

5) impossibilité de démarrage intempestif par défaut quelconque à l'intérieur du câble et fonctionnement fidèle de la télécommande ;

6) protection contre les courts-circuits impédants entre phases, lorsque le court-circuit entre phases aura entraîné un court-circuit phase-écran.

B. — *Si l'écran collectif unique est polarisé*, on réalise les protections énumérées sous A et, en outre, la protection contre la pénétration dans le câble d'un objet quelconque, dès que cet objet touche l'écran et pour autant qu'il soit relié aux masses ou à la terre. La protection en cas de rupture de la gaine est aussi assurée.

C. — *Si l'écran collectif unique polarisé est remplacé par des écrans individuels polarisés*, on réalise, en plus des protections énumérées sous A et B, la protection directe contre les courts-circuits impédants entre phases. La protection en cas de rupture d'une phase sera généralement assurée car ce défaut entraîne rapidement un contact phase-écran.

D. — *Si les écrans individuels sont reliés à la masse*, on réalise les protections énumérées sous A et C mais pas celle sous B.

E. — *Si le câble est muni d'un écran collectif relié à la masse et d'écrans individuels polarisés*, on réalise toutes les protections énumérées sous A, B et C. En outre, la protection vis-à-vis de la pénétration dans le câble d'un objet quelconque est réalisée

dien dit voorwerp niet verbonden is met de massa of met de aarde.

De beschermingen opgesomd onder A. schijnen onmisbaar, tenzij men een half-soepele kabel gebruikt, d.w.z. een kabel die beschermd is door een pantsering uit stalen draden, waarvoor men zich soms beperkt tot de bescherming tegen de uitschakeling van de veiligheidsstekkers; de elektrische bescherming lijkt ons nochtans veel beter te zijn dan de mechanische bescherming alleen.

De bescherming bedoeld onder B. is zeer aan te bevelen en wordt dikwijls toegepast, o.m. in Frankrijk, hoewel zij in vochtige mijnen aanleiding kan geven tot moeilijkheden. Onder dit oogpunt schijnt het verkieslijker te zijn het collectief scherm door individuele schermen te vervangen, hetgeen slechts 5 % duurder is, want aldus bekomt men de beschermingen A., B. en C. en de individuele schermen schijnen gemakkelijker tegen vochtigheid te kunnen beschermd worden dan het collectief scherm.

Indien zich op dat punt moeilijkheden mochten voordoen, zou men trouwens zonder groot bezwaar de individuele schermen met de massa kunnen verbinden (oplossing D.). De bescherming tegen het indringen van een voorwerp zou slechts in werking treden wanneer het voorwerp het scherm zou doorboord hebben en een stuurgeleider of een fase zou hebben aangeraakt (het is weinig waarschijnlijk dat in dit geval twee fasen tegelijk zouden geraakt worden), maar dit bezwaar schijnt veel minder erg te zijn dan het risico dat het toestel bedrieglijk buiten dienst zou gesteld worden om al te talrijke onderbrekingen te vermijden.

Ten slotte is de oplossing E. de meest volmaakte, maar de kabels van die aard kosten 25 % meer dan de kabels met één enkel collectief scherm en hebben een tamelijk grote doormeter.

Deze laatste oplossing biedt enig voordeel ten aanzien van het gevaar voor ontvlaming van mijn-gas, wanneer de kabel doorgesneden wordt, bv. door een bijlslag, maar deze superioriteit schijnt maar zeer betrekkelijk te zijn. Voor zover wij weten bestaat er trouwens nog geen enkel toestel dat de stroom snel genoeg kan onderbreken om dit gevaar volledig uit te schakelen. De bezwaren aan deze oplossing verbonden schijnen dus niet te kunnen gecompenseerd worden door de geringe verhoging van de veiligheid die zij oplevert. Sommige constructeurs zoeken eerder een verhoging van de veiligheid in een versterking van de soepele uitwendige bekleding. Er wordt nl. voorgesteld de dikte van deze bekleding merkkelijk te verhogen; deze dikte zou alzo kunnen verhoogd worden van 3 mm tot 10 mm. Anderzijds stelt men een grote verbetering vast op het gebied van de hoedanigheid van het neopreen of van de PVC die voor de kabelbekleding gebruikt wordt; bepaalde nieuwe soorten van neopreen bezitten een buitengewone taatheid, zodat de bekleding

même si cet objet n'est pas relié aux masses ou à la terre.

Les protections énumérées sous le paragraphe A paraissent indispensables, à moins qu'on n'utilise un câble demi-souple, c'est-à-dire protégé par une armure en fils d'acier pour lequel on se contente de la protection à la déconnexion des prolongateurs; la protection électrique nous semble toutefois de loin préférable à la protection mécanique seule.

La protection mentionnée au paragraphe B est très recommandable et est beaucoup utilisée, notamment en France, quoiqu'elle donne lieu à des difficultés dans les mines humides. Il semble préférable, à ce point de vue, de remplacer l'écran collectif par des écrans individuels, ce qui ne coûte que 5 % plus cher, car on réalise ainsi les protections A, B et C et les écrans individuels nous semblent plus faciles à protéger vis-à-vis de l'humidité que l'écran collectif. D'ailleurs, si des difficultés se manifestaient à ce point de vue, il n'y aurait pas grand inconvénient à relier les écrans individuels à la masse (solution D). La protection vis-à-vis de la pénétration d'un objet ne serait réalisée que lorsque l'objet aurait percé l'écran et touché un pilote ou une phase (il est peu probable qu'il touche deux phases à la fois), mais cet inconvénient paraît beaucoup moins grave que celui d'encourir le risque qu'on mette l'appareil frauduleusement hors service afin d'éviter des interruptions fréquentes.

Enfin, la solution E est la plus parfaite, mais les câbles de ce genre coûtent 25 % plus cher et ont des diamètres assez élevés.

Cette dernière solution présente un certain avantage vis-à-vis du danger d'inflammation du grisou en cas de sectionnement du câble, par exemple par coup de hache, mais cette supériorité n'est que très relative. Il n'existe d'ailleurs à notre connaissance encore aucun appareil réalisant une coupure assez rapide pour supprimer totalement ce danger. Les inconvénients de cette solution ne nous paraissent pas pouvoir être compensés par la faible augmentation de la sécurité qu'elle offre. Certains constructeurs recherchent plutôt l'augmentation de la sécurité dans le renforcement de la gaine de protection souple. Il est notamment proposé d'augmenter fortement l'épaisseur de cette gaine, laquelle pourrait aller de 3 mm jusqu'à 10 mm. D'autre part, on enregistre de notables améliorations dans la qualité du néoprène ou du PVC utilisé pour ces gaines; notamment, certaines qualités récentes de néoprène présentent une ténacité extraordinaire qui rend la gaine

praktisch niet kan gescheurd worden, en indien ze een grote dikte heeft, zeer moeilijk doordringbaar is.

Wij hebben onlangs een verpletteringsproef op een soepele kabel bijgewoond, nl. een kabel van 42 mm doormeter,  $4 \times 25 \text{ mm}^2 + 2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ , collectief scherm in geleidende rubber en uitwendige bekleding in neopreen van 3 mm dikte. Door verplettering tussen twee U-ijzers, waarbij de rand der vleugels van een der twee ijzers tegen de kabel gedrukt was, werd de doormeter van de kabel vermindert tot 17,5 mm. De spanning werd opgevoerd tot 45.000 V, zonder dat op de plaats van de verplettering een doorslag plaats had.

Doorsnijdingsproeven op een soortgelijke, onder spanning staande kabel werden uitgevoerd in een mijngashoudende atmosfeer, met behulp van een mes dat belast was met een gewicht van 20 kg en van een hoogte van 1,10 m viel. Met botte messen, met een snede van 4 tot 1 mm dikte, drong het mes niet in de kabel, doch weerkaatste. Met een scherp mes werd de kabel doorgesneden: bij een proef werd de stroom door een smeltverzekering van een snelwerkend type na 20 ms onderbroken en er had geen ontvlaming van mijngas plaats; bij een andere proef werd de onderbreking van de stroom na 120 ms bekomen door een toestel voor de controle der isolatie; de kabel vertoonde een gapende snede en het mijngas ontvlamde. De opzoekingen worden in deze richting voortgezet. Vermelden wij bij deze gelegenheid het grote belang van de proefnemingen waartoe de H. Leclercq is overgegaan, in samenwerking met de HH. Fiévez en Degeyter; deze proefnemingen doen onder andere de zeer verhoogde weerstand tegen de schokken uitkomen, van de kabels waarvan de bekledingen, bijzonder de isolerende bekledingen, gevormd zijn door dikke lagen plastische stof van goede hoedanigheid.

Schikkingen moeten getroffen worden om het afrukken van de kabels aan de ingang der koffertjes, motoren of verlengingsstekkers te beletten. Zulke verbindingen worden beproefd onder trekkrachten van 1.500 kg tot 3.000 kg. In geval van afrukking moet de stuurgeleider het eerst doorbreken, opdat de uitschakeling zou bekomen worden vooraleer de fasegeleiders onderbroken worden.

De veiligheidsblokken kunnen gevoed worden door gelijkgerichte spanningen die lager mogen zijn dan deze vereist voor de toestellen voor de controle der isolatie en die gewoonlijk van 24 V tot 42 V bedragen; deze hulpkringen zijn doorgaans uiteraard veilig tegen mijngas. In geval van storing, en meer bepaald wanneer de voedingsspanning komt te verdwijnen, moet het blok reageren in de zin van de veiligheid, d.w.z. dat de uitschakeling moet verwezenlijkt worden.

Ten slotte moet men voor ieder type van toestel inlichtingen nemen over de uitbreiding die men aan de installatie mag geven; de lengte van de soepele

pratiquement indéchirable et, si elle est sous forte épaisseur, difficilement pénétrable.

Nous avons assisté récemment à un essai de compression d'un câble souple de 42 mm de diamètre,  $4 \times 25 \text{ mm}^2 + 2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ , écran collectif en caoutchouc conducteur, gaine extérieure en néoprène de 3 mm d'épaisseur. L'épaisseur du câble a été réduite à 17,5 mm par écrasement entre deux fers U, les bords des ailes d'un des fers U étant appliqués contre le câble. La tension a été élevée jusque 45.000 V sans qu'il y ait eu claquage à l'endroit de l'écrasement.

Des essais de sectionnement d'un câble semblable sous tension ont été faits en milieu grisouteux, à l'aide d'un couteau chargé d'un poids de 20 kg et tombant d'une hauteur de 1,10 m. Avec des couteaux non tranchants, de 4 à 1 mm d'épaisseur de tranche, il n'y eut aucune pénétration; le couteau rebondit. Avec un couteau tranchant, le câble fut sectionné. Au cours d'un essai, la coupure du courant s'est faite en 20 ms par un fusible rapide et il n'y eut pas inflammation. Lors d'un autre essai, la coupure a été faite par un contrôleur d'isolement en 120 ms; la section du câble étant béante, il y eut inflammation. Les recherches se poursuivent dans ce domaine. Signalons à cette occasion le gros intérêt que présentent les expériences auxquelles a procédé M. Leclercq, avec la collaboration de MM. Fievez et Degeyter; ces expériences font notamment ressortir la très grande supériorité vis-à-vis des chocs, des câbles dont les gaines, surtout les gaines isolantes, sont constituées par une forte épaisseur de matière plastique de bonne qualité.

Des dispositions spéciales doivent être prises pour éviter l'arrachement des câbles aux entrées des coffrets, aux moteurs ou aux prolongateurs. Les essais se font sous des efforts de traction de 1500 kg, parfois 3.000 kg. En cas d'arrachement, le pilote doit céder le premier afin de provoquer le déclenchement avant l'arrachement des phases.

Les blocs de sécurité peuvent être alimentés par des tensions redressées plus basses que celles qui sont nécessaires pour les contrôleurs d'isolement, généralement entre 24 V et 42 V; ces circuits auxiliaires sont généralement de sécurité intrinsèque. En cas de panne et, notamment, lorsque les tensions d'alimentation viennent à disparaître, le bloc doit réagir dans le sens de la sécurité, c'est-à-dire qu'il doit provoquer le déclenchement.

Enfin, il convient de s'informer pour chaque type d'appareil de l'extension qu'il est permis de donner à l'installation à protéger; la longueur du câble

kabel moet in bepaalde gevallen inderdaad tot 300 m beperkt worden, indien men de storende invloed van de capaciteiten wil vermijden.

§ 10. Toestellen berustend op de detectie van het onevenwicht der intensiteiten en der hoeken tussen de 3 fasen van het net (detectors van impedante defecten) (fig. 14).

In een bestaande verwezenlijking worden in het primaire van twee intensiteitstransformatoren stromen opgevangen die evenredig zijn met de stromen van twee fasen. Het secundaire van deze transformatoren is, het ene rechtstreeks, het andere door tussenkomst van een verschuiver P, verbonden met een detector A die het verschil meet tussen twee spanningen zonder verschuiving. Dit verschil beïnvloed, na versterking, een defectrelais dat de klos van een lastschakelaar bestuurt. Het is mogelijk alsoo een intensiteitsonevenwicht te detecteren van ongeveer 5 à 20 % van de nominale stroom van het net.

souple doit être limitée dans certains cas à 300 m si l'on veut éviter l'influence perturbatrice des capacités.

§ 10. Appareils basés sur la détection des déséquilibres d'intensité et d'angle entre les trois phases du réseau (DéTECTEURS de défauts impédants) (fig 14).

Dans une réalisation existante, l'appareil comporte un capteur constitué par deux transformateurs d'intensité, dont les primaires sont parcourus par des courants proportionnels aux intensités de deux phases. Les secondaires de ces transformateurs sont raccordés, l'un directement, l'autre par l'intermédiaire d'un déphaseur D, à un détecteur A qui mesure la différence entre deux tensions en phase. Cette différence influence, après amplification, un relais de défaut qui commande la bobine de déclenchement d'un disjoncteur. Il est possible ainsi de détecter un déséquilibre en intensité de l'ordre de 5 à 20 % du courant nominal du réseau.

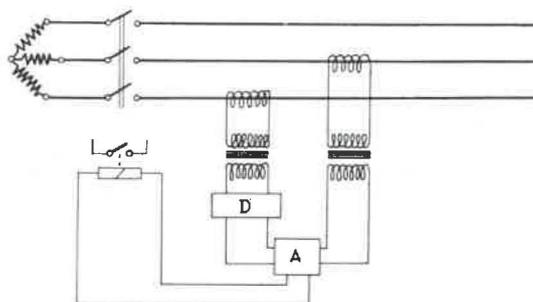


Fig. 14.

Dit toestel verwezenlijkt de bescherming tegen de impedante defecten tussen fasen. Het beschermt dus insgelijks tegen het dubbel defect fase-massa, aangezien zulk defect in feite een kortsluiting tussen fasen is. Het beschermt bovendien tegen éénfasige werking, aangezien het de onderbreking van een fase opspoort. Het zou nochtans niet werken in geval van symmetrische kortsluiting, maar zulke eventualiteit is weinig waarschijnlijk.

De minimum vertraging duurt ongeveer 0,5 seconden, omdat de eerste aanzettingsspitsen der motoren zeer asymmetrisch zijn. Men hoopt deze spitsen te kunnen effenen, zodat de vertraging zou kunnen verminderd worden.

Normaal is zulk toestel bestemd om het ganse net te beschermen; het wordt geplaatst in het onderstation. In geval van defect wordt dan het ganse net uitgeschakeld, zodat er geen selectiviteit is. In het huidige geval heeft dat echter geen groot belang, want de defecten waarvoor het toestel in werking treedt, komen zelden voor en zijn zo ernstig dat een uitschakeling gerechtvaardigd is.

Van dit type zijn reeds een tamelijk groot aantal toestellen in dienst in Frankrijk.

Cet appareil réalise la protection contre les défauts impédants entre phases. Il protège donc également contre les doubles défauts phase-masse puisque de pareils défauts produisent le même effet qu'un court-circuit entre phases. Il protège, en outre, contre le fonctionnement monophasé, car il détecte la rupture d'une phase. Par contre, il pourrait être mis en défaut en cas de court-circuit symétrique, mais pareille éventualité est très peu probable.

La temporisation minimum est de l'ordre de 0,5 s du fait que les premières pointes de démarrage des moteurs sont très asymétriques. On espère pouvoir raboter ces pointes de manière à permettre une réduction de la temporisation.

Normalement, un appareil de ce genre est destiné à protéger le réseau entier et il se place alors à la sous-station. En cas de défaut, le réseau déclenche et il n'y a donc pas de sélectivité. Dans le cas présent, cela n'a pas grande importance car les défauts qui sont décelés par cet appareil sont rares et d'une gravité telle qu'un déclenchement est justifié.

Des appareils de ce type sont déjà en assez grand nombre en service en France.

§ 11. Toestellen berustend op de injectie in het net van een stroom op verhoogde frequentie (fig. 15).

Onlangs werd op een volgens dit beginsel werkend toestel een brevet genomen. Het omvat een driefasige elektronische oscillator G die in het net een stroom injecteert met een frequentie van 5.000 Hz.

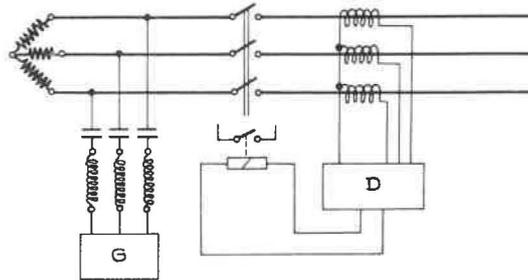


Fig. 15.

Op deze frequentie is de impedantie der motoren, die hoofdzakelijk van inductieve aard is, zeer hoog. In normale omstandigheden is de stroom op verhoogde frequentie die het net doorloopt zeer zwak, zowel als de motoren draaien, als wanneer ze stil liggen.

Aangezien de impedantie van een defect, die hoofdzakelijk van ohmische aard is, zeer weinig beïnvloed wordt door de frequentie, zal het ontstaan van een defect een grotere stroom op verhoogde frequentie tot gevolg hebben, die door een detector D zal kunnen opgespoord worden.

Men plaatst een detector bij de aanvang van elke vertakking en een detector bij de algemene aanvang van het net; deze laatste moet een weinig getemporeerd zijn ten opzichte van de andere. De detector die de vertakking beschermt waarin zich een defect voordoet, veroorzaakt de uitschakeling van deze vertakking alleen, zodat de selectiviteit verzekerd is.

Volgens de Heer Gagnière, ingenieur bij Cerchar, zou de uitschakeling in een net op 500 V bekomen worden voor de defectweerstand tussen fasen, of tussen fase en aarde, van ongeveer 5 tot 35 ohms. Voor een defect van 5 ohms bedraagt de vertraging 25 ms, zodat de uitschakeling zou kunnen bekomen worden in 45 of 70 ms, naar gelang van de aard van het gebruikte uitschakeltoestel. Voor een defect van 20 ohms zou de vertraging 100 ms bedragen, dus 120 of 140 ms indien men er de uitschakelingstijd bijvoegt.

Uit het voorgaande blijkt dat het toestel zowel de defecten tussen fasen, als de enkele of dubbele defecten tussen fase en massa opspoort. De éénfasige werking (in geval van onderbreking van een fasegeleider) beïnvloedt echter het toestel niet. Sedert einde 1947 zijn vier prototypen met welslagen in werking; gedurende 1 1/2 jaar hebben zij aanleiding

§ 11. Appareils basés sur l'injection d'un courant à fréquence élevée dans le réseau (fig. 15).

Un appareil basé sur ce principe a fait récemment l'objet d'un brevet. Il comporte un oscillateur électronique G triphasé, injectant dans le réseau un courant d'une fréquence de 5.000 Hz.

A cette fréquence, l'impédance des moteurs, principalement de nature inductive, est très élevée. Dans les circonstances normales, le courant à fréquence élevée qui parcourt le réseau est extrêmement faible, que les moteurs tournent ou soient à l'arrêt.

Attendu que l'impédance d'un défaut, principalement de nature ohmique varie peu avec la fréquence, la production d'un défaut aura pour effet un accroissement sensible du courant à fréquence élevée et cet accroissement pourra être détecté par un détecteur D.

On place un détecteur au départ de chaque antenne et un détecteur sur le départ général du réseau, ce dernier étant légèrement temporisé par rapport aux autres. Le détecteur protégeant l'antenne avariée assure le déclenchement de cette seule antenne et la sélectivité est donc assurée.

Selon M. Gagnière, ingénieur au Cerchar, le déclenchement dans un réseau de 500 V serait obtenu pour des résistances de défaut entre phases, ou entre phase et terre, de l'ordre de 5 à 35 ohms. Pour un défaut de 5 ohms, le retard de l'appareil serait de 25 ms, de sorte que le déclenchement pourrait être obtenu en un temps total de 45 à 70 ms selon l'appareil de coupure utilisé. Pour un défaut de 20 ohms, le retard serait de 100 ms, soit 120 à 140 ms en ajoutant le temps de coupure.

Il ressort de ce qui précède que l'appareil détecte tant les défauts entre phases que les défauts simples ou multiples entre phase et masse. Toutefois, il ne détecte pas le fonctionnement monophasé (cas d'une phase coupée). Quatre prototypes fonctionnent avec succès depuis la fin de 1957; pendant une année et demie de service, ils ont donné lieu à six

gegeven tot zes uitschakelingen op werkelijke defecten, waaronder twee dubbele defecten.

Dit toestel is bijzonder belangwekkend, ondanks sommige bezwaren; het is nl. enigszins ingewikkelder dan het toestel beschreven onder § 10, het wordt beïnvloed door de capaciteiten en men dient bepaalde voorzorgen te nemen, wanneer het gaat om motoren van meer dan 200 Hp. In dit laatste geval moet men de impedantie verhogen door middel van capaciteiten, ten einde een sperketen te vormen. Hetzelfde geldt wanneer men een trolley-geleider wil beschermen, die zou gevoed worden door een generator zonder inductantie.

Er weze ook opgemerkt dat de waarde waarvoor het toestel in werking treedt, steeds kan nagegaan worden door middel van smeltverzekeringen, en dat de veiligheid, in geval van storing, meer bepaald aan de generator van de stroom op verhoogde frequentie, positief is.

Een nieuw model, dat een reeks belangrijke verbeteringen telt, wordt thans beproefd. Die verbeteringen bestaan hoofdzakelijk in het feit dat enkel de gewatteerde componenten van de stroom de detector beïnvloedt en dat de relais vervangen zijn door kippers met transistoren (triggers). Het toestel is dan ook gevoelig voor defectstromen tussen fasen of tussen fase en massa van 5 à 10 % van de nominale stroom, zelfs indien men aanzettingsspitsen voorziet die 1.000 % van de nominale stroom bedragen, met een vertraging die kan beperkt worden tot 5 ms. De uitschakeling kan dus bekomen worden in 25 of 45 ms, naar gelang van de aard van het uitschakelingstoestel.

Aan de selectiviteit wordt geen belang meer gehecht, want de defecten die met dit toestel aanleiding geven tot uitschakeling zijn, zoals voor het toestel beschreven onder § 10, zeer zeldzaam en ernstig genoeg om een uitschakeling te rechtvaardigen.

Wat de vertraging bij de detectie betreft, schijnt het niet mogelijk te dalen onder 5 ms. Indien men de voor de bescherming vereiste tijd nog wil verminderen, dient men bijgevolg een ander uitschakelingsmiddel te vinden, dat sneller werkt dan een lastschakelaar of een contactor. Studies zijn aan de gang om de onderbreking te bekomen door middel van een slagpijpje, hetgeen dan slechts 1 ms zou vergen, dus in het geheel 6 ms indien men de vertraging bij de detectie meerekent. De overspanningen die door een zo snelle onderbreking veroorzaakt worden, zouden doorgaans geen 2.000 V overschrijden voor een net van 500 V, wat geen hinderpaal zou zijn, vooral omdat een eventuele doorslag in een kabel de tijd niet zou hebben om zich te exterioriseren. Een gunstige oplossing van dit vraagstuk zou van groot belang zijn voor de bescherming van de installaties in werkplaatsen waar plotse mijn-gasuitbarstingen te vrezen zijn.

\* \* \*

déclenchements sur des défauts réels, parmi lesquels deux défauts doubles.

Cet appareil mérite un intérêt particulier malgré quelques inconvénients; il est notamment un peu plus compliqué que celui qui est décrit au paragraphe 10, il est sensible aux capacités et il nécessite certaines précautions lorsqu'il s'agit de moteurs d'une puissance supérieure à 200 ch. Dans ce dernier cas, on doit augmenter l'impédance à l'aide de capacités afin de former un circuit bouchon. Il en est de même lorsqu'on veut protéger un circuit de trolley alimenté par une génératrice ne présentant pas d'inductance.

Notons encore que la valeur pour laquelle l'appareil fonctionne, peut être contrôlée à tout moment à l'aide de fusibles et que, en cas de panne, notamment au générateur du courant à fréquence élevée, la sécurité est positive.

Un nouveau modèle, comportant d'importantes améliorations par rapport au premier, est à l'essai. Les améliorations consistent principalement en ce que seule la composante wattée du courant influence le détecteur et que les relais sont remplacés par des bascules à transistors. L'appareil est ainsi sensible à un courant de défaut entre phases ou entre phase et masse de 5 à 10 % du courant nominal, même si l'on prévoit des pointes de démarrage atteignant 1.000 % du courant nominal, avec un retard qui peut être réduit à 5 ms. La coupure peut donc être obtenue en 25 ou 45 ms selon l'appareil de coupure utilisé.

La sélectivité n'a plus été recherchée car les défauts qui donnent lieu à déclenchement avec cet appareil sont, comme pour celui décrit au paragraphe 10, assez rares et suffisamment graves pour justifier le déclenchement.

Il ne paraît guère possible de descendre en dessous de 5 ms pour le retard à la détection. Par conséquent, si l'on veut encore réduire le temps nécessaire pour réaliser la protection, il faut utiliser un moyen de coupure plus rapide que le disjoncteur ou le contacteur. Des recherches sont en cours pour réaliser la coupure par détrompetteur, laquelle pourrait ainsi être obtenue en 1 ms, soit au total 6 ms en comptant le retard à la détection. Les surtensions causées par une rupture aussi rapide ne dépasseraient guère 2.000 V dans un réseau à 500 V, ce qui ne constituerait pas un obstacle, d'autant plus qu'un claquage éventuel dans un câble n'aurait pas le temps de s'exterioriser. L'aboutissement de ces recherches serait d'un grand intérêt pour la protection des installations placées dans les chantiers des mines à dégagements instantanés de grisou.

\* \* \*

## HOOFDSTUK III.

**GECOMBINEERDE SCHIKKINGEN  
MET HET OOG OP EEN INTEGRALE  
EN SELECTIEVE BESCHERMING DER NETTEN**

Uit het voorgaande blijkt dat thans een ruime keuze van toestellen van verscheidene types, die ontworpen zijn met het oog op de bescherming der ondergrondse netten, voorhanden is. Ieder van deze types bezit zijn eigen karakteristieken, waarmee bepaalde doeleinden kunnen bereikt worden, maar geen enkel onder hen is in staat om, alleen, de integrale bescherming te verzekeren in de voorwaarden die men wenst. Deze bescherming kan echter bekomen worden door een oordeelkundige combinatie van verscheidene toestellen; wij zullen de bijzonderste voorgestelde oplossingen hierna beknopt beschrijven.

**§ 1. Bescherming tegen de isolatiedefecten door toepassing van het principe van injectie van gelijkstroom, met secundaire controlekoffertjes voor onrechtstreekse selectiviteit.**

De toestellen van dit type zijn beschreven in hoofdstuk II, § 9. De selectieve integrale bescherming zou omvatten:

a) een primair controletoestel der isolatie, geplaatst in het onderstation, met alarm- en beschermingsrelais, samen met een lastschakelaar-contactoor;

b) een controletoestel van de continuïteit van de schutgeleider, geplaatst in het onderstation en gekoppeld aan het voorgaande toestel;

c) kabels met minstens 5 geleiders, met individuele met de massa verbonden schermen;

d) secundaire controletoestellen der isolatie op elke vertakking die men selectief wil beschermen. Elk secundair controletoestel is gekoppeld aan een contactoor en controleert het stroomafwaarts gedeelte, terwijl het stroomopwaarts van de contactoor gevoed wordt. Deze toestellen zijn buiten werking wanneer de overeenkomende contactoor ingeschakeld is; zij treden automatisch in werking wanneer men de contactoor uitschakelt;

e) veiligheidsblokken gekoppeld aan de werkplaatskoffertjes om de beschermingen te verzekeren die opgesomd zijn in hoofdstuk II, § 9, behalve deze die reeds verwezenlijkt zijn door de toestellen vermeld onder a) en b).

Het geheel werkt als volgt:

Dank zij de individuele schermen wordt een kortsluiting tussen fasen noodzakelijk voorafgegaan door een defect fase-massa. Bij een defectweerstand lager dan de uitschakelingsgrens, wordt de uitschakeling van het net teweeggebracht door het primair controletoestel; al de contactoors van het net schakelen uit en de secundaire controletoestellen komen automatisch in werking. Na enkele seconden schakelt de

## CHAPITRE III.

**DISPOSITIFS COMBINES VISANT A REALISER  
LA PROTECTION INTEGRALE ET SELECTIVE  
DES RESEAUX**

Il résulte de ce qui précède qu'il existe à présent un large choix d'appareils de divers types, conçus en vue de réaliser la protection des réseaux souterrains. Chacun de ces types présente un ensemble de caractéristiques propres lui permettant d'atteindre des objectifs définis, mais aucun d'eux ne réalise, à lui tout seul, la protection intégrale dans les conditions que l'on souhaite. Celle-ci peut toutefois être obtenue par une combinaison judicieuse de divers dispositifs; nous décrivons sommairement ci-après quelques-unes des principales solutions qui sont proposées.

**§ 1. Protection contre les défauts d'isolement par application du principe d'injection de courant continu, avec coffrets de contrôle secondaires assurant la sélectivité indirecte.**

Les appareils de ce type ont été décrits au Chapitre II, § 9. La protection sélective intégrale comporterait:

a) un contrôleur d'isolement primaire placé dans la sous-station et accouplé à un disjoncteur-contacteur, avec relais d'alerte et relais de protection;

b) un contrôleur de la continuité du circuit des masses placé à la sous-station et combiné avec l'appareil précédent;

c) des câbles à cinq conducteurs au moins, avec écrans individuels reliés à la masse;

d) des contrôleurs d'isolement secondaires sur chaque antenne que l'on veut protéger sélectivement. Chaque contrôleur secondaire est accouplé à un contacteur et contrôle la partie aval, tout en étant alimenté à l'amont du contacteur. Ces contrôleurs sont hors service lorsque le contacteur est enclenché et se mettent automatiquement en service lorsque le contacteur déclenche.

e) des blocs de sécurité accouplés aux coffrets de chantier et assurant les protections énumérées au § 9, autres que celles réalisées par les appareils mentionnés en a) et b).

L'ensemble fonctionne comme suit.

Grâce aux écrans individuels, le court-circuit entre phases est nécessairement précédé d'un défaut phase-masse. En cas de défaut phase-masse d'une résistance inférieure au seuil de déclenchement, le contrôleur primaire provoque le déclenchement du réseau; tous les contacteurs du réseau déclenchent et les contrôleurs secondaires se mettent en service.

lastschakelaar-contactoor automatisch terug in. Al de contactoren kunnen dan door hun drukknop opnieuw ingeschakeld worden, behalve deze die de beschadigde vertakking beschermt. Aldus verwezenlijkt men de selectiviteit op een onrechtstreekse, maar even doeltreffende wijze.

Wanneer men genoeg ondervinding van deze toestellen zal hebben, zal men misschien kunnen denken aan een vermindering van de sectie van de schutgeleider, hetgeen zou toelaten de verhoging van de kostprijs der kabels, wegens de individuele schermen, te compenseren.

De volledige toepassing van dit stelsel zou de verandering vereisen van al de kabels en waarschijnlijk van een zeker aantal lastschakelaars, hetgeen natuurlijk niet denkbaar is; het zal slechts voor de nieuwe netten volledig kunnen toegepast worden. Wat de lastschakelaars betreft die niet terzelfder tijd contactoren zijn, zal men zich misschien tijdelijk moeten tevreden stellen met het terug inschakelen met de hand.

Voor de bestaande netten zou de controle van de continuïteit van de schutgeleider mogen beperkt worden tot de soepele kabels. Deze controle dringt zich trouwens op wanneer het gaat om soepele voedingskabels van beweegbare tuigen, zoals ondersnijmachines en gepantserde vervoertuigen. Zij dringt zich ook op wanneer de uitschakelingsgrens van het controletoestel der isolatie lager ligt dan 10.000 ohms, vanaf welke waarde electrocutiegevaar kan optreden. Maar het is dan nog nodig tamelijk dikwijls de aardweerstand te controleren van de schutgeleiders van al de vertakkingen waar de bestendige controle van de continuïteit van de schutgeleider niet over de ganse lengte tot aan de aardverbinding kan geschieden.

Wat de kabels met collectief scherm betreft, bestaat er geen bezwaar tegen dat ze voorlopig in bedrijf gehouden worden, want men mag in het algemeen aannemen dat de defecten tussen fasen snel ontaarden in defecten tussen fase en scherm. Het is nochtans aan te bevelen ze geleidelijk, naargelang vernieuwingen plaats hebben, te vervangen door kabels met individuele schermen.

Deze vervanging dringt zich speciaal op wanneer het gaat om soepele voedingskabels van beweegbare tuigen.

**§ 2. Bescherming tegen isolatiedefecten door de controle van de potentiaal van een kunstmatig nulpunt, samen met een inrichting voor injectie van gelijkgerichte stroom voor onrechtstreekse selectiviteit en een inrichting voor de bestendige controle van de continuïteit van de schutgeleider.**

In deze combinatie wordt de controle van de isolatie verzekerd door een toestel zoals dit beschreven in hoofdstuk II, § 4. Het is wenselijk hieraan, telkens

Après quelques secondes, le disjoncteur-contacteur réenclenche automatiquement. Tous les contacteurs peuvent alors être réenclenchés par bouton-poussoir, sauf celui qui protège l'antenne en défaut. On réalise ainsi la sélectivité d'une manière indirecte mais tout aussi efficace.

Peut-être pourra-t-on, lorsqu'on aura acquis une expérience suffisante de ces dispositifs, envisager une diminution de la section du conducteur des masses, ce qui permettrait de compenser l'accroissement du coût des câbles du fait des écrans individuels.

L'application intégrale de ce dispositif nécessiterait le remplacement de tous les câbles et probablement de certains disjoncteurs, ce qui n'est évidemment pas concevable; aussi ne pourra-t-on l'envisager d'une manière complète que pour les nouveaux réseaux. Ainsi, pour les disjoncteurs qui ne sont pas contacteurs, faudrait-il peut-être se contenter provisoirement du réenclenchement manuel.

Pour les réseaux existants, le contrôle permanent de la continuité du circuit des masses pourrait se limiter aux câbles souples. Ce contrôle s'impose d'ailleurs lorsqu'il s'agit de câbles souples alimentant des engins mobiles tels que les haveuses et les convoyeurs blindés. Il s'impose aussi lorsque le seuil de fonctionnement du relais de déclenchement du contrôleur d'isolement est inférieur à 10.000 ohms, valeur à partir de laquelle le danger d'électrocution doit être envisagé. Mais il est nécessaire d'effectuer, en outre, à des intervalles de temps suffisamment rapprochés, des contrôles de la résistance de terre du conducteur des masses de toutes les antennes où le contrôle permanent de la continuité du circuit des masses ne peut pas être effectué sur toute la longueur jusqu'au point de liaison à la terre.

En ce qui concerne les câbles à écran collectif, il n'y a pas d'inconvénient à les maintenir provisoirement en service car il est généralement admis que les défauts entre phases dégèrent rapidement en défauts entre phase et écran. Il est toutefois recommandable de les remplacer, au fur et à mesure des renouvellements, par des câbles à écrans individuels; ce remplacement s'impose particulièrement pour les câbles souples alimentant les engins mobiles.

**§ 2. Protection contre les défauts d'isolement par le contrôle du potentiel d'un neutre artificiel, avec dispositif d'injection de courant redressé assurant la sélectivité indirecte et dispositif de contrôle permanent de la continuité du circuit des masses.**

Dans cette combinaison, le contrôle de l'isolement est assuré par un appareil décrit au Chapitre II, § 4, ci-avant. Il est souhaitable d'y adjoindre, dans la mesure du possible, le contrôle de la continuité du cir-

het mogelijk is, de controle van de continuïteit van de schutgeleider toe te voegen door injectie van stroom met een gelijkrichter op het uiteinde van de lijn.

Het net mag verscheidene toestellen omvatten, waarvan de invloedszones elkaar gedeeltelijk zouden moeten dekken. De selectiviteit zal men, dan op onrechtstreekse wijze verzekeren door aan ieder toestel een inrichting te koppelen die, wanneer de contactor uitgeschakeld is, een gelijkgerichte stroom in het kunstmatig nulpunt jaagt. Is er een defect, dan doet deze stroom aan de klemmen van de gelijkrichter een spanning ontstaan, die het rooster van de thyatron voedt en de wederinschakeling verhindert.

**§ 3. Controle van de isolatie door injectie van gelijkstroom, samen met directionele bescherming tegen isolatiedefecten door homopolaire stroom en bescherming tegen dubbele isolatiedefecten door detector van impedante kortsluitingen.**

Deze combinatie doet beroep op het principe van injectie van gelijkstroom enkel voor de controle van de isolatie, met alarmgrens, doch zonder uitschakelingsgrens.

De automatische bescherming van de verschillende vertakkingen tegen de enkelvoudige isolatiedefecten wordt verzekerd door toestellen van het type beschreven in hoofdstuk II, § 8. Wij hebben gezien dat dit type de selectiviteit op een rechtstreekse wijze verzekert, maar dat de uitschakelingsgrens niet vrij kan geregeld, doch tamelijk laag moet vastgesteld worden wanneer het net een capacitair onevenwicht vertoont.

Anderzijds wordt de bescherming tegen de kortsluitingen tussen fasen en tegen de dubbele isolatiedefecten verzekerd door een detector voor impedante defecten die, volgens de omstandigheden, een toestel zal zijn dat gevoelig is voor het onevenwicht der fasestromen, zoals dit beschreven in hoofdstuk II, § 10, of een toestel met injectie van stroom op verhoogde frekwentie, zoals dit beschreven in hoofdstuk II, § 11.

Voor de beweegbare tuigen moet de bescherming steeds vervolledigd worden door een veiligheidsblok, dat kan gecombineerd worden met sommige van de hierboven vermelde toestellen.

**§ 4. Controle van de isolatie door injectie van gelijkstroom, samen met de bescherming door detector van impedante kortsluitingen en dubbele isolatiedefecten.**

Deze oplossing biedt minder waarborgen dan de voorgaande, want zij behelst geen bescherming meer tegen de enkelvoudige isolatiedefecten. Zij is naar onze mening slechts aanneembaar indien minstens aan de vier hiernavolgende voorwaarden voldaan is:

cuit des masses par injection de courant avec redresseur en bout de ligne.

Le réseau peut comporter plusieurs appareils dont les zones d'influence devraient se recouvrir. La sélectivité est alors assurée d'une manière indirecte en accouplant à chaque appareil un dispositif qui, lorsque le contacteur est déclenché, injecte par le neutre artificiel un courant redressé. Lorsqu'il existe un défaut, ce courant produit une tension aux bornes du redresseur qui alimente la grille du thyatron et empêche le réenclenchement.

**§ 3. Contrôle de l'isolement par injection de courant continu, avec protection directionnelle par courant homopolaire contre les défauts d'isolement et protection par détecteur de défauts impédants contre les courts-circuits et les défauts d'isolement doubles.**

Cette combinaison fait appel au principe d'injection de courant continu uniquement pour le contrôle de l'isolement avec seuil d'alerte.

La protection des diverses antennes contre le défaut d'isolement simple est assurée par des dispositifs du type décrit au Chapitre II, § 8. Nous avons vu que ce type d'appareil assure la sélectivité d'une manière directe, mais que le seuil de déclenchement ne peut pas être réglé librement, mais doit être fixé assez bas lorsque le réseau présente un déséquilibre capacitair.

Par contre, la protection contre les courts-circuits entre phase et contre les défauts d'isolement doubles, est assurée par un détecteur de défauts impédants qui, selon les circonstances, sera un appareil basé sur les déséquilibres d'intensité, décrit au Chapitre II, § 10, ou un appareil basé sur l'injection d'un courant à fréquence élevée, décrit au Chapitre II, § 11.

Pour les appareils mobiles, la protection est toujours complétée par le bloc de sécurité.

**§ 4. Contrôle de l'isolement par injection de courant continu, avec protection par détecteur de défauts impédants contre les courts-circuits et les défauts d'isolement doubles.**

Cette solution procure moins de garanties que les précédentes, car elle abandonne la protection contre les défauts d'isolement simples. Pour qu'elle soit acceptable, il faudrait, à notre avis, qu'il soit satisfait au moins aux quatre conditions suivantes :

1) de permanente controle van de isolatie omvat een alarmrelais, dat in werking treedt wanneer de grens wordt overschreden, die ongeveer 15.000 ohms bedraagt, en er zijn nauwkeurige instructies gegeven nopens de te treffen maatregelen ingeval het signaal werkt ;

2) de permanente controle van de continuïteit van de schutgeleider wordt verzekerd met uitschakelingsrelais ; desnoods kunnen te dien opzichte overgangsmaatregelen aangenomen worden, zoals gemeld in § 1 ;

3) de detector die de bescherming tegen dubbele isolatiedefecten verzekert, is gevoelig voor een defectstroom die merkkelijk lager is dan de nominale stroom, bv. minder dan 20 % van de nominale stroom ;

4) deze detector verzekert de uitschakeling in minder dan 50 ms.

De eerste voorwaarde is verantwoord door het feit dat het ondenkbaar is dat men zou steunen op de bescherming tegen dubbele isolatiedefecten om zich ontslagen te achten van de permanente controle van de isolatie. De dubbele isolatiedefecten kunnen immers aanleiding geven tot een belangrijke ontwikkeling van energie op de plaats der defecten, met al de gevaren die hieruit kunnen voortvloeien ; men dient deze incidenten bijgevolg zoveel mogelijk te voorkomen door het uitvoeren van de permanente controle van de isolatie en door iedere vertakking waar een defect ontstaat zo spoedig mogelijk uit te schakelen.

De tweede voorwaarde is nodig omdat het net niet automatisch uitgeschakeld wordt in geval van enkelvoudig defect en bijgevolg in die toestand nog een bepaalde tijd in bedrijf blijft ; in zulk geval is het electrocutiegevaar groter en de schutgeleider is dan volstrekt nodig.

Wat de derde voorwaarde betreft, dient opgemerkt dat men het ogenblik waarop de bescherming tegen een dubbel defect zal moeten werken, niet mag bepalen door te steunen op de grens vanaf dewelke gevaarlijke spanningen op de massa's zouden kunnen verschijnen. Een dergelijke definitie zou inderdaad uiterst onnauwkeurig zijn, aangezien een stroom van enkele ampères een gevaarlijke spanning op de massa's kan doen verschijnen wanneer de equipotentiële verbinding der massa's onderbroken is, terwijl integendeel een stroom van verscheidene honderden ampères zonder gevaar kan zijn wanneer de schutgeleider in goede staat is en aan het reglement voldoet. Wanneer men de bescherming tegen enkelvoudige defecten prijsgeeft, moet de bescherming tegen dubbele defecten onmiddellijk bij het ontstaan van zulke defecten tussenkomen ; bijgevolg dient men de grootste gevoeligheid te verkiezen die men met de bestaande toestellen kan bereiken, nl. 5 à 10 % van de waarde van de nominale stroom.

1) que le contrôle permanent de l'isolement comporte un relais d'alerte fonctionnant en cas de franchissement d'un seuil qui devrait se situer aux environs de 15.000 ohms au moins, et que des consignes précises soient fixées quant aux mesures à prendre en cas de fonctionnement de ce signal ;

2) que le contrôle permanent de la continuité du circuit des masses soit assuré, avec relais de déclenchement ; au besoin, des dispositions transitoires pourraient être admises, comme il est dit au § 1 ;

3) que le détecteur assurant la protection contre le défaut double soit sensible à un courant de fuite nettement inférieur au courant nominal, par exemple moins de 20 % du courant nominal ;

4) que ce détecteur assure la coupure en un temps inférieur à 50 ms.

La première condition est justifiée par le fait qu'il serait inconcevable de se baser sur la protection contre le défaut double pour se dispenser de la surveillance de l'isolement. En effet, les défauts doubles peuvent donner lieu à une dissipation d'énergie importante à l'endroit des défauts, avec tous les dangers que cela comporte, et il y a donc lieu de s'efforcer de les prévenir en effectuant le contrôle permanent de l'isolement et en mettant la partie en défaut dès que possible hors service.

La seconde condition est nécessaire parce que le réseau ne déclenche pas automatiquement en cas de défaut simple et reste par conséquent pendant un certain temps en service dans cet état ; dans pareil cas, le danger d'électrocution est accru et le conducteur des masses prend toute son importance.

En ce qui concerne la troisième condition, il y a lieu de remarquer qu'on ne peut pas déterminer le moment où la protection contre le défaut double devra intervenir, en prenant comme critère la limite à partir de laquelle des tensions dangereuses peuvent apparaître sur les masses. En effet, pareille définition serait extrêmement imprécise, puisqu'un courant de quelques ampères peut faire apparaître une tension dangereuse sur les masses lorsque la liaison équipotentielle des masses est interrompue, tandis qu'un courant de plusieurs centaines d'ampères peut ne pas faire apparaître des tensions dangereuses sur les masses lorsque le circuit des masses est en bon état et conforme au règlement. Lorsqu'on abandonne la protection contre le défaut simple, il faut que la protection contre le défaut double intervienne dès la naissance d'un pareil défaut et il convient par conséquent d'adopter les sensibilités les plus grandes qu'il est possible d'atteindre avec les appareils existants, soit 5 à 10 % de la valeur du courant nominal.

Wat de vierde voorwaarde betreft, staat het vast dat een dubbel defect steeds een ernstig incident is en dat het dus de uitschakeling moet voor gevolg hebben in een zo kort mogelijke tijdspanne, in ieder geval merkkelijk minder dan 100 ms, gedurende welke tijd de in de kabels ontstane defecten zich waarschijnlijk niet zullen kunnen exterioriseren.

#### § 5. Bescherming van de netten waarvan het nulpunt met de aarde verbonden is.

In een installatie waarvan het nulpunt met de aarde verbonden is, heeft een defect fase-massa dezelfde uitwerking als een dubbel defect in een net met geïsoleerd nulpunt.

Dit geval is dus hetzelfde als dat behandeld in de voorgaande paragraaf, met dit verschil dat de methodes voor de controle van de isolering niet kunnen toegepast worden en dat de eerste van de vier in bedoelde paragraaf aangehaalde voorwaarden bijgevolg niet kan vervuld worden.

In de huidige stand van de kwestie kunnen de installaties waarvan het nulpunt met de aarde verbonden is bijgevolg niet dezelfde veiligheid bieden als de installaties met geïsoleerd nulpunt.

### BESLUITEN

In het eerste gedeelte van deze nota hebben wij gewezen op de gevaren verbonden aan de uitbreiding van de electriciteitswerken in de ondergrondse werken der mijnen, namelijk op het gevaar voor electrocutie, het gevaar voor brand en het gevaar voor ontvlaming van mijngas. Deze risico's verhogen nog wanneer plotse mijngasuitbarstingen te vrezen zijn, die een plotse beschadiging van het electricisch materieel kunnen veroorzaken.

Wij hebben een beknopte beschrijving gegeven van de verschillende types van toestellen die tijdens de laatste jaren uitgedacht werden om de tekortkomingen van de klassieke beschermingsmiddelen te verhelpen. Uit deze beschrijvingen blijkt dat er thans verscheidene middelen bestaan om op een voldoende wijze de selectieve en quasi integrale bescherming der netten te verzekeren.

Het lijdt geen twijfel dat bij de eerstkomende herziening van het reglement betreffende het gebruik van electriciteit in de ondergrondse werken, rekening zal moeten gehouden worden met de nieuwe aspecten van dit vraagstuk.

Het zou bijgevolg nuttig zijn dat de isolatie der ondergrondse netten reeds van nu af op permanente wijze zou gecontroleerd, en desnoods zou verbeterd worden, opdat het toekomstig gebruik van automatische beschermingsrelais tegen isolatiedefecten voor de exploitatie geen oorzaak van hinder zou kunnen vormen. De controletoestellen der isolatie met alarmrelais zijn trouwens in bepaalde gevallen reeds ver-

En ce qui concerne la quatrième condition, il va de soi qu'un défaut double, qui est toujours un incident grave, doit entraîner la coupure en un temps aussi court que possible, et en tout cas nettement inférieur à 100 ms, temps en dessous duquel on admet que les défauts survenant dans les câbles ne pourront probablement pas s'extérioriser.

#### § 5. Protection des réseaux dont le neutre est relié à la terre.

Lorsque le neutre est relié à la terre, un défaut phase-masse a les mêmes effets qu'un défaut double dans un réseau à neutre isolé.

On se retrouve donc devant un cas analogue à celui visé au paragraphe précédent, à cette exception près que les méthodes de contrôle de l'isolement ne sont pas applicables et qu'il ne peut donc pas être satisfait à la première des quatre conditions qui sont mentionnées dans ce paragraphe.

Les réseaux à neutre relié à la terre ne pourront donc pas, dans l'état actuel de la question, présenter une sécurité comparable à celle des réseaux à neutre isolé.

### CONCLUSIONS

Dans la première partie de cette note, nous avons rappelé les dangers que présente l'extension de l'électrification dans les travaux souterrains des mines, au triple point de vue des risques d'électrocution, d'incendie et d'inflammation du grisou.

Ces risques s'aggravent lorsqu'il y a lieu de craindre des dégagements instantanés de grisou qui peuvent causer des détériorations brusques au matériel électrique.

Nous avons passé en revue les divers types d'appareils qui ont été conçus au cours des dernières années et qui visent à pallier les déficiences que présentent les moyens classiques de protection. Il résulte de cet exposé qu'il existe actuellement plusieurs moyens capables d'assurer d'une manière satisfaisante la protection sélective et quasi-intégrale des réseaux.

Il n'est pas douteux que, lors de la prochaine révision de la réglementation relative à l'emploi de l'électricité dans les travaux du fond, il devra être tenu compte des nouveaux aspects que prend cette question.

Il serait par conséquent utile que l'isolement des réseaux souterrains soit dès à présent contrôlé d'une manière permanente, et au besoin amélioré, afin que l'emploi dans un certain avenir de relais de protection contre les défauts d'isolement ne puisse constituer une cause de gêne pour l'exploitation. Il n'est d'ailleurs guère douteux que les contrôleurs d'isolement avec relais d'alerte, qui sont déjà imposés dans

plichtend en zullen zonder twijfel binnenkort deel uitmaken van de normale uitrusting der netten.

Wat de automatische bescherming tegen de isolatiedefecten betreft, worden verscheidene oplossingen voorgesteld. Sommige van deze oplossingen werden reeds met succes in de praktijk toegepast, andere echter nog niet. Het zou te wensen zijn dat nu reeds zou overgegaan worden tot een zeker aantal toepassingen, opdat de hoedanigheid van de voorgestelde toestellen zou kunnen bevestigd worden door de ondervinding.

De automatische bescherming tegen de enkelvoudige isolatiedefecten biedt de grootste waarborg, maar volgens sommigen zou zij kunnen vervangen worden door de bescherming tegen de dubbele defecten alleen. Op een zo nieuw gebied is een zekere soepelheid nodig; daarom denken wij dat deze opvattingen niet a priori moeten verworpen worden, althans indien bepaalde voorwaarden, die wij hierboven hebben aangehaald, vervuld zijn.

Wat de toestellen betreft in werkplaatsen waar plotse mijngasuitbarstingen te vrezen zijn, dienen de strengste maatregelen genomen te worden. Bij de bescherming tegen enkelvoudige defecten, waarvan de tussenkomst trager is, zou dan een zo snel mogelijke bescherming tegen de dubbele defecten moeten gevoegd worden.

De laatste vorderingen in dat opzicht laten ons toe binnen afzienbare tijd een bevredigende oplossing te verhoppen. Het zou dan van belang zijn de mogelijkheden te onderzoeken om voor de installaties die zich in de nabijheid van de werkfronten bevinden, half-soepele kabels te gebruiken, met individuele schermen in geleidende rubber en een gepantserd scherm in stalen draden waarbij een mechanische en terzelfdertijd een volledige elektrische bescherming zoals bedoeld onder A, B, C, en E van hoofdstuk II, § 9, zou verzekerd zijn. Alzo zou de veiligheid gewaarborgd zijn tegen de bruske beschadigingen veroorzaakt door plotse mijngasuitbarstingen of door gelijk welke andere toevallige bruske oorzaak, zoals een bijlslag op een soepele kabel. Het moeilijkste vraagstuk van de bescherming der ondergrondse netten zou alzo opgelost zijn.

\* \* \*

Ten slotte mag men niet uit het oog verliezen dat, welk beschermingsstoestel ook gebruikt wordt, in ieder geval de klassieke bescherming door lastschakelaars of smeltverzekeringen steeds op onberispelijke wijze moet verzekerd worden, want zij kan door niets anders vervangen worden. Hiervoor dient men voor iedere vertakking de waarde van de kortsluitingsstroom aan het einde der lijn te berekenen en er voor te zorgen dat een snelle automatische onderbreking verzekerd wordt zodra de stroom deze waarde bereikt.

\* \* \*

certain cas, feront bientôt partie de l'équipement normal de protection des réseaux.

En ce qui concerne la protection automatique contre les défauts d'isolement, plusieurs solutions sont proposées. Certaines ont reçu avec succès la sanction de la pratique, d'autres pas encore. Il serait souhaitable qu'un certain nombre d'applications soient réalisées dès à présent, afin que les qualités des appareils proposés puissent être confirmées par l'expérience.

La protection automatique contre les défauts d'isolement simples offre la plus grande garantie, mais il existe des opinions selon lesquelles elle pourrait sans inconvénients être remplacée par la seule protection contre les défauts doubles. Dans un domaine aussi nouveau, une certaine souplesse est nécessaire; c'est pourquoi nous estimons que ces opinions ne doivent pas être rejetées a priori, à condition toutefois qu'il soit satisfait à certaines conditions que nous avons précisées.

En ce qui concerne les installations placées dans des chantiers sujets à des dégagements instantanés de grisou, le maximum de précautions s'impose. A la protection contre les défauts simples, dont l'action est plus lente, devrait se superposer une protection contre les défauts doubles aussi rapide que possible. Les derniers progrès en cette matière nous permettent d'espérer une solution satisfaisante dans un proche avenir. Il serait alors intéressant d'étudier les possibilités d'emploi pour l'alimentation des engins fonctionnant à proximité des fronts de travail, de câbles semi-souples comprenant des écrans individuels en caoutchouc conducteur et une armure en fils d'acier servant de protection mécanique et en même temps d'écran collectif permettant de réaliser les protections A, B, C et E énumérées au Chapitre II, § 9. La sécurité serait ainsi garantie contre les détériorations brusques causées par les dégagements instantanés et, par conséquent, également contre toute autre cause agissant brusquement, telle que le coup de hache. Le problème le plus difficile de la protection des réseaux serait ainsi résolu.

\* \* \*

Enfin, on ne devrait jamais perdre de vue, quel que soit le système employé, que dans tous les cas la protection classique par disjoncteurs ou fusibles doit *toujours* être correctement conçue, car rien ne peut la remplacer. Dans ce but, il est indispensable de calculer la valeur du courant de court-circuit en bout de ligne de chaque antenne et de faire en sorte que la coupure automatique rapide soit assurée dès que le courant atteint cette valeur.

\* \* \*

De keuze van een stelsel om de integrale bescherming der ondergrondse netten te verzekeren schijnt op het eerste zicht niet gemakkelijk te zijn, uit hoofde van de talrijke middelen die voorgesteld worden en die op verschillende principes berusten en dus zeer uiteenlopende karakteristieken vertonen.

Onlangs werden belangrijke verbeteringen aan de meeste van deze toestellen aangebracht en een volledige en samengebundelde documentatie is hieromtrent nog niet beschikbaar.

Daarom hebben wij het nuttig geacht in onderhavige nota de bijzonderste elementen te verzamelen die de ons bekende toestellen kenmerken, ten einde de tussen hen bestaande fundamentele verschillen te doen uitschijnen om ze alzo gemakkelijker te kunnen vergelijken.

Bij deze gelegenheid hebben wij de huidige strekkingen in deze kwestie aangeduid, om de keuze te oriënteren die in ieder geval zal moeten gedaan worden en waarbij dan nog rekening zal moeten gehouden worden met de bestaande installaties.

\* \* \*

Wij danken het Centre d'Etude des Charbonnages de France en onderstaande, in alfabetische volgorde vermelde firma's, die zo vriendelijk geweest zijn ons de nodige documentatie te bezorgen :

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi, Divisions de Charleroi et Herstal ;

Baldwin et Francis Ltd, vertegenwoordigd door Ets H.F. Destiné, te Brussel ;

Funke et Huster, te Kettwig, vertegenwoordigd door de N.V. Amelco, te Brussel ;

Jema, departement Minelec, te Brussel ;

Merlin et Gérin, te Grenoble, vertegenwoordigd door de N.V. Electromécanique, te Brussel ;

Siemens-Schuckertwerke, afdelingen van Erlangen, Berlijn en Nurenberg, vertegenwoordigd door de Société Nouvelle Siemens, te Luik.

Le choix d'un système visant à assurer la protection intégrale des réseaux souterrains ne paraît pas aisé à première vue, en raison de la multiplicité des moyens qui sont proposés et qui, étant basés sur des principes différents, présentent des caractéristiques parfois très divergentes.

Tout récemment, des perfectionnements importants ont été apportés à la plupart de ces appareils et la documentation à ce sujet n'a jusqu'à présent été diffusée que d'une manière très incomplète et fort éparse. C'est pourquoi nous avons voulu rendre service en rassemblant dans la présente note les éléments essentiels caractérisant les divers appareils dont nous avons connaissance, de manière à faire ressortir les différences fondamentales qui existent entre eux et à pouvoir ainsi plus aisément les comparer.

A cette occasion, nous avons indiqué les tendances qui se dégagent dans ce domaine, afin d'orienter les choix qu'il y aura lieu de faire, compte tenu, dans chaque cas particulier, des installations existantes.

\* \* \*

Nous adressons nos remerciements au Centre d'Etude et Recherches des Charbonnages de France, ainsi qu'aux firmes suivantes, citées par ordre alphabétique, qui nous ont aimablement fourni la documentation nécessaire :

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi, Divisions de Charleroi et Herstal ;

Baldwin & Francis Ltd, représenté par les Ets H.F. Destiné à Bruxelles ;

Funke et Huster, à Kettwig, représenté par la S.A. Amelco à Bruxelles ;

Jema, Département Minelec, à Bruxelles ;

Merlin et Gérin, à Grenoble, représenté par la S.A. Electromécanique à Bruxelles ;

Siemens-Schuckertwerke, Divisions de Erlangen, Berlin et Nuremberg, représenté par la Société Nouvelle Siemens à Liège.

#### BIBLIOGRAPHIE

- A. EINSELE. — Schlagwettergeschützte Schalt- und Überwachungsgeräte sowie Verteilungsanlagen - Siemens Zeitschrift, nov. 1952, déc. 1952.
- L. VIELLEDENT, J. JOURDAN, J. BRONNER. — Isolations - Überwachung in Niederspannungsnetzen unter Tage mit isoliertem Sternpunkt - Glückauf, 17 déc. 1955 et 18 févr. 1956.
- J. OUDIN, I.P. EYRAUD. — Les écrans de sécurité des câbles souples - Revue de l'Industrie Minérale, numéro spécial 1 E, février 1956.
- R. KRUGER. — Evolution des câbles électriques du fond aux Saarbergwerke - Idem.
- M. OUIDARD. — Surveillance et contrôle de l'isolement dans les réseaux moyenne et basse tension - Idem.
- Dr. Ing. D. MATANOVIC. — Le contrôle de l'isolement des réseaux de distribution électrique au fond - Idem.
- M. WINDENBERGER. — Nouveaux dispositifs permettant le contrôle permanent de l'isolement des réseaux miniers BT et MT - Idem.

- L. VIELLEDENT, J. JOURDAN, J. BRONNER. — Circuits de commande à distance des machines mobiles. - Id.
- L. VIELLEDENT, J. JOURDAN, J. BRONNER. — Le contrôle de l'isolement dans les réseaux basse tension à neutre isolé - Idem.
- K. WULSTEN. — La surveillance de câbles et conducteurs isolés dans le fond des mines - Idem.
- C. BIHL. — Le danger du court-circuit dans les réseaux d'électrification du fond - Annales des Mines, Paris, mars 1957, juin 1957.
- E. DESSALLES. — Electrification du fond. Courts-circuits et mises accidentelles à la terre - Annales des Mines de Belgique, juin 1957.
- J. EYRAUD. — Amélioration des conditions de déclenchement des relais de sécurité - Revue de l'Industrie Minière, juillet 1957.
- K. FALKER. — Isolationswächter für Drehstromnetze unter 1.000 V mit Schutzleitersystem - Siemens Zeitschrift, avril 1958.
- J. ROUVEL. — Problèmes de protection dans les réseaux miniers - Revue de l'Industrie Minière, octobre 1957.
- R. STREICH. — Ein neues Überwachungssystem für die Elektrische Energieversorgung unter Tage - Siemens Zeitschrift, aug. 1958.
- J. ROUVEL. — Extension aux réseaux industriels de la sécurité qu'apporte aux réseaux miniers le contrôle permanent de l'isolement par rapport à la terre - Revue Générale d'Electricité, avril 1958.
- R. DORFLER et T. FEDERSDORF. — Planung von Untertageanlagen mit besonderer Berücksichtigung des Netzschutzes - Siemens Zeitschrift, aug. 1958.
- K. WULSTEN. — Erdschlussüberwachung in geerdeten Niederspannungsnetzen - Siemens Zeitschrift, aug. 1958.
- C. GAGNIERE. — Mise au point d'un dispositif de protection contre les courts-circuits - Revue de l'Industrie Minière, déc. 1958.
- C. BIHL. — Le danger des défauts monophasés dans les réseaux triphasés d'électrification du fond - Annales des Mines, Paris, déc. 1958.
- J. LECLERCQ, in samenwerking met V. FIEVEZ en O. DEGEYTER. — Inflammations d'huile provoquées par la blessure des câbles électriques - Annales des Mines de Belgique, janvier et février 1959.
- R. LOISON. — Recherches de sécurité minière en U.R.S.S. - Annales des Mines, Paris, avril 1959.
- C. BIHL. — Essai de directives d'emploi rationnel des nouvelles protections dans les réseaux d'électrification du fond - Revue de l'Industrie Minière, mai 1959.
- C. CLAASSEN. — Untersuchungen an Erdschlusswächtern für Wechsel- und Drehstrom-Netze - Signal- und Fernmeldepraxis, juin 1959.
- W. HAMANN. — Anwendungsmöglichkeiten eigensicherer Stromkreise im schlagwettergefährdeten Bergbau - Bergfreiheit, Zeitschrift für den deutschen Bergbau n° 8/1959.
- T.A. ROGERS. — Walton Colliery Explosion - Colliery Guardian, 1959, 29 octobre et 5 novembre.
- R. CCEUILLET. — L'électrification et la mécanisation du fond dans les houillères françaises, Bilan 1958 - Charbonnages de France, Note technique 5/59, déc. 1959.
- R. FRADCOURT et J. LARET. — Etude d'un accident d'électrocution dans une taille mécanisée d'un charbonnage - Annales des Mines de Belgique, 1960.
-

# Etude d'un accident d'électrocution dans une taille mécanisée d'un charbonnage

R. FRADCOURT  
Ingénieur Principal Divisionnaire des Mines

par  
et

J. LARET  
Ingénieur des Mines

## SAMENVATTING

Een collectief ongeval door electrocutie deed zich onlangs voor in een ontginningswerkplaats van een kolenmijn.

De pijler was uitgerust met een pantserketting met schaaf en in de voetgalerij was een laadpantser opgesteld.

Deze inrichtingen waren aangedreven door elektrische motoren gevoed onder wisselspanning 550 V door een driefasig net met geïsoleerd nulpunt. Op zeker ogenblik deed zich een accidentele kortsluiting voor tussen een fase en de massa, in een aansluitingskastje van de onderste motor van de pijlerpantser. Na het ongeval werd bovendien een tweede voorafbestaande aardsluiting vastgesteld in de statorwindingen van de motor van de laadpantser.

Tengevolge van deze dubbele aardsluiting van het net op 550 V werden de metalen inrichtingen van de pijler en van de galerij op een gevaarlijke potentiaal gebracht, evenals een gedeelte van de ondersteuning.

Drie werklieden werden op verschillende punten van de pijler gedood en andere gekwetst.

De aardingsweerstand van de massa, gemeten aan het front van de voetgalerij, bedroeg 0,35 ohm.

De verbinding van de massa met de aardleiding was onderbroken op het ogenblik van het ongeval, maar er bleef een aardverbinding bestaan van 9,5 ohm door het contact van de pantserketting met de vloer.

In de gevallen zoals het huidige waarin zich een isolatiegebrek voordoet op twee verschillende plaatsen, gaat een zeer belangrijke stroom door de massa, tussen de beide defecten en, in het algemeen, door de aardverbinding, de vloer inbegrepen.

De theoretische studie toont aan dat zelfs met bijvoeging van plaatselijke aardingen en ook bij zeer lage aardingsweerstand, gevaarlijke potentialen kunnen ontstaan op de inrichtingen of op zekere gedeelten ervan.

De auteurs besluiten dat het enige middel om dit gevaar te vermijden erin bestaat de mogelijkheid van het ontstaan van een dubbele fout uit te sluiten. Dit wordt gerealiseerd door de permanente controle van de isolatie van het net, met onmiddellijke uitschakeling in geval van een enkele ernstige fout.

Deze maatregel is tevens van aard om de veiligheid t.o.v. brand en van mijngas aanzienlijk te bevorderen.

## RESUME

Un accident collectif d'électrocution s'est produit récemment dans un chantier d'une mine de charbon. La taille était équipée d'un convoyeur blindé avec rabot et la voie de base d'un convoyeur blindé répartiteur. Ces engins étaient actionnés par des moteurs électriques alimentés sous la tension alternative de 550 V par un réseau à neutre isolé. Une mise à la masse d'une phase s'est produite accidentellement à la boîte à bornes du moteur inférieur du convoyeur blindé de la taille. Après l'accident, il fut constaté qu'une deuxième mise à la masse existait également en un point d'un enroulement statorique de phase du moteur du convoyeur blindé de la voie.

Comme conséquence de cette double mise à la masse du réseau à 550 V, les installations métalliques de la taille, y compris une partie du soutènement, ainsi que celles de la voie ont été portées à un potentiel

dangereux. Trois ouvriers, répartis sur toute la longueur de la taille, furent tués et d'autres commotionnés.

Le réseau électrique comportait un circuit de masse dont la résistance de mise à la terre, mesurée à front de la voie de base du chantier, atteignait 0,35 ohm.

Le raccordement à ce circuit du convoyeur blindé de la taille était interrompu au moment de l'accident, mais il subsistait une mise à la terre de 9,5 ohms de résistance par le contact de ce convoyeur avec le sol.

Dans les cas où, comme ici, un défaut d'isolement se produit en deux endroits d'un réseau et sur des phases différentes, il circule un courant important entre ces défauts par le circuit de masse et, d'une façon générale, par le réseau de mise à la terre, y compris le sol.

L'étude théorique montre que, même avec l'adjonction de terres locales et avec des valeurs de résistances de mise à la terre très faibles, des potentiels dangereux peuvent s'établir sur les installations ou certaines parties d'entre elles.

Les auteurs en concluent que le remède à ce danger consiste dans la suppression même de la possibilité de formation d'un double défaut d'isolement. Ceci est réalisé par le contrôle permanent de l'isolement du réseau avec déclenchement instantané en cas de défaut simple grave.

Cette mesure renforce aussi considérablement la sécurité vis-à-vis des dangers d'incendie et du grisou.

### Rappel des données de l'accident (fig. 1).

L'électrocution s'est produite dans une taille électriflée à convoyeur blindé et rabot. La galerie de base était équipée d'un panzer répartiteur débitant

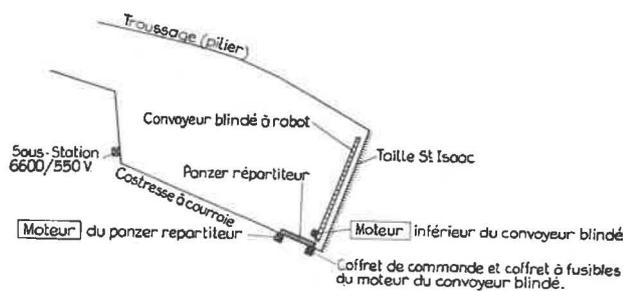


Fig. 1. — Situation géographique des installations.

sur une courroie. L'électrisation des installations (convoyeur blindé de taille, panzer répartiteur et une partie du soutènement métallique) a été causée par :

1°) Le fauchage de la boîte à bornes (entrée de câble) du moteur inférieur du convoyeur blindé par un étau, à la suite d'un déplacement fortuit de la tête motrice inférieure. Un des trois conducteurs de phase du câble triphasé d'alimentation a été mis à la masse du moteur. On sait que, dans ces conditions, la tension entre phases et terre qui est de  $\frac{U}{\sqrt{3}}$  (tension entre phases) devient égale à  $U$ , soit environ 550 V dans le cas présent.

2°) La mise à la masse à peu près simultanée d'un des enroulements de phase du moteur triangle du panzer répartiteur de la voie de base. Cette mise à la masse a été probablement une conséquence du premier défaut pour deux raisons.

a) Comme dit ci-dessus la tension qui s'appliquait à l'isolement de l'enroulement est passée de  $\frac{U}{\sqrt{3}}$  à  $U$  et cela a pu amorcer un claquage à un endroit où l'isolement était affaibli ;

b) La mise à la masse (ou à la terre) d'une phase d'un réseau triphasé produit, lorsqu'elle se fait d'une manière instantanée, une onde de tension dans le réseau due aux capacités et qui peut également être cause d'un claquage.

Lorsque les deux défauts se produisent sur des phases différentes, il s'établit un courant de court-circuit par le circuit de mise à la terre auquel s'applique la tension de 550 V. Dans le cas présent, la résistance du circuit de terre était de 9,85 ohms et le courant de court-circuit a pu atteindre la valeur de

$$\frac{550}{9,85} = 56 \text{ A,}$$

insuffisante pour faire déclencher le disjoncteur ou fondre les fusibles de 100 A qui protégeaient les moteurs. Les conditions d'électrocution se trouvaient dès lors réalisées sur la base des normes suivantes, généralement admises par les auteurs :

Résistance du corps humain : 1.000 ohms et parfois moins, lorsque les conditions sont défavorables, ce qui est le cas au fond de la mine où le personnel est en transpiration et en contact assez intime avec le sol.

Courant d'électrocution : 0,050 A (d'après les normes allemandes).

Durée minimum de ce courant pour provoquer l'électrocution : 0,2 s.

Les conséquences de l'accident ont été de porter toutes les installations métalliques de la taille à un potentiel dangereux. Trois ouvriers ont été tués, trois autres fortement commotionnés, d'autres ont subi des secousses plus ou moins graves. Les ouvriers tués se trouvaient respectivement en tête, au milieu et au pied de la taille.

Du point de vue de l'accident, l'installation électrique peut se ramener à ce qui suit (fig. 2 et 3) :

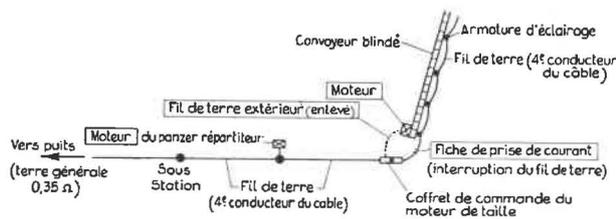


Fig. 2. — Réseau de mise à la terre.

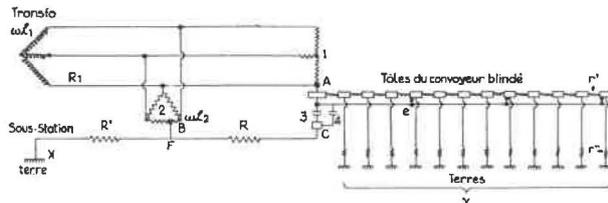


Fig. 3. — Traduction en schéma électrique de la fig. 1 au moment de l'accident: mises à la masse aux points A et B.

- 1 : moteur convoyeur blindé de la taille.
- 2 : moteur triangle panzer répartiteur.
- C : coffret de commande de ce moteur.
- A : mise à la masse d'un conducteur de phase au convoyeur blindé.
- B : mise à la masse d'un enroulement du moteur 2.
- $\omega L_1$  : impédance du secondaire du transfo.
- $\omega L_2$  : impédance de la partie d'enroulement du moteur 2 traversée par le courant de court-circuit = résistance d'isolement de ce moteur.
- R : résistance du conducteur de mise à la terre, entre moteurs 1 et 2 (circuit interrompu en 3 au moment de l'accident: vol du fil de terre entre moteur 1 et coffret).
- e : circuit d'éclairage: 1 armature tous les 7,50 m sur le convoyeur blindé; armatures de lampes reliées entre elles par conducteur de terre (circuit de terre interrompu en 4: fiche de courant mal reconnectée).
- R' : résistance du conducteur de mise à la terre, entre la sous-station (terre générale) et le moteur 2.
- $R_1$  : résistance des conducteurs de phase depuis la sous-station jusqu'aux moteurs 1 et 2.
- $r'$  : résistance ohmique entre 2 tôles.
- $r''$  : résistance de mise à la terre de chaque tôle (par contact direct avec le sol).
- Y : résistance de mise à la terre du convoyeur blindé.
- X : résistance de la prise générale de terre (à la sous-station ou sur le réseau de mise à la terre).

1<sup>o</sup>) La sous-station du quartier sinistré, qui est installée à environ 1.300 m des puits, reçoit le courant sous 6.600 V et le distribue sous 550 V.

Elle comprend un transfo au quartz de 200 kVA, un interrupteur et des fusibles à haut pouvoir de coupure de 32 A du côté haute tension et un disjoncteur dans l'air du côté basse tension. Ce disjoncteur est équipé de relais magnétiques temporisés, réglés à 250 A et 4 s. La temporisation est nécessaire pour permettre le démarrage en court-circuit des moteurs du quartier.

L'alimentation à haute tension est effectuée par un câble armé de  $4 \times 16 \text{ mm}^2$  de section, le 4<sup>e</sup> conducteur incorporé servant de conducteur de mise à la terre, en parallèle avec l'armature du câble. Ce circuit de mise à la terre part de la terre générale établie à proximité des puits au moyen de plaques

métalliques enfouies dans le sol en des endroits humides.

La distribution du courant de la sous-station au moteur du panzer répartiteur et aux coffrets de commande de l'installation de la taille (moteurs et éclairage) s'effectue en partie par des câbles armés, en partie par des câbles souples, mais tous à 4<sup>e</sup> conducteur de terre incorporé, de  $16 \text{ mm}^2$  de section. Ce circuit de mise à la terre était raccordé à la masse du moteur du panzer répartiteur et des coffrets de commande.

La valeur de la résistance de mise à la terre de ce circuit, mesurée par la méthode des sondes tant à front du chantier (coffret de commande) qu'à l'accrochage, est de 0,35 ohm, valeur excellentement faible.

La longueur de câble séparant le moteur inférieur du convoyeur blindé de la sous-station est de 350 m. La longueur du câble entre ce moteur et le moteur du panzer répartiteur de la costresse est de 215 m. Partant de la sous-station, c'est le même câble qui alimente, d'une part, la taille et, d'autre part, à partir d'une boîte de dérivation, le moteur du panzer répartiteur.

2<sup>o</sup>) Les coffrets de commande de l'installation de la taille, reliés entre eux par des conducteurs de mise à la terre et pouvant, à ce point de vue, être considérés comme un seul coffret.

Le conducteur de terre du câble, venant de la sous-station, était connecté à la masse du coffret, à une borne prévue à cet effet dans l'entrée du coffret.

Côté sortie, le coffret du circuit de signalisation et d'éclairage du convoyeur blindé de taille, présentait également une telle borne à laquelle était raccordé le conducteur de terre incorporé de  $6 \text{ mm}^2$  du câble souple triphasé alimentant ce circuit. Malheureusement, la fiche de prise de courant, insérée dans le câble pour en permettre le ravancement journalier, avait été ouverte quelques heures avant l'accident par l'électricien du chantier qui avait omis, en la refermant, de reconnecter le conducteur de terre. Le circuit de mise à la terre du convoyeur blindé par les armatures de lampes était ainsi coupé.

Par contre, la boîte de sortie du coffret à contacts, alimentant le moteur inférieur du convoyeur blindé, ne possédait pas de vis spéciale pour le raccordement intérieur d'un conducteur de terre.

L'alimentation du moteur s'effectuait au moyen d'un câble souple triphasé de  $4 \times 25 \text{ mm}^2$  de section. Le 4<sup>e</sup> conducteur incorporé, destiné à la mise à la terre, n'avait pas été raccordé pour la raison qui vient d'être dite et l'exploitant avait assuré la mise à la terre du moteur par un fil extérieur en cuivre nu, fixé d'une part au moteur et d'autre part au coffret au moyen de boulons de serrage. Cette solution, autorisée par le règlement actuel, est d'ailleurs préconisée par certains auteurs qui prétendent qu'un circuit de mise à la terre visible peut être

mieux contrôlé et surveillé qu'un circuit non visible. Cela est vrai à condition que le personnel respecte l'installation. Dans le cas présent, bien que le personnel de la taille comportât un électricien ayant mission d'assurer le contrôle journalier des installations électriques et du fil de terre, celui-ci a été en partie sectionné et enlevé dans les 36 heures ayant précédé l'accident. De sorte que le circuit proprement dit de mise à la terre du convoyeur blindé de la taille était coupé.

Depuis lors, on a rétabli le conducteur de terre extérieur, mais on a également assuré la mise à la terre par le 4<sup>e</sup> conducteur incorporé, en raccordant celui-ci, dans la boîte de sortie du coffret, à l'un des goujons de fixation du couvercle de l'entrée du câble, goujons qui assurent l'antidéflagrance de cette fermeture, solution déjà adoptée dans d'autres charbonnages. Ce faisant, on risque toutefois de nuire à l'antidéflagrance si la prise du goujon dans son pas de vis devient insuffisante. Cette solution a la valeur d'une solution de débrouillardise. Dans les mines grisouteuses, le remède peut être pire que le mal et il vaudrait mieux que chaque appareil comporte, côté sortie et côté entrée, une borne de prise de terre.

Le coffret à contacteurs du moteur inférieur du convoyeur blindé est équipé de relais thermiques et d'un boîtier à fusibles de 100 A à haut pouvoir de coupure.

3<sup>o</sup>) Le moteur inférieur du convoyeur blindé est un moteur de 33 kW à stator en étoile. La boîte à bornes servant à l'entrée du câble est en saillie de 15 cm environ sur le gabarit extérieur du moteur. Afin d'éviter le risque de scalpage par une bête, l'exploitant avait disposé le moteur de manière à présenter la boîte à bornes sur le côté.

4<sup>o</sup>) L'installation de signalisation comporte une lampe tous les 7,50 m le long du convoyeur blindé. Les armatures de ces lampes sont fixées au convoyeur blindé et reliées entre elles par fil de terre.

5<sup>o</sup>) Le moteur du panzer répartiteur a également une puissance de 33 kW. Le stator est bobiné en triangle. La mise à la masse par claquage de l'isolant s'est faite à la 27<sup>e</sup> spire d'un enroulement de phase de 144 spires. La mesure d'isolement effectuée le 26 octobre avait donné une résistance d'isolement de 10 Megohms ( $10^7$  ohms).

### Enseignements de l'accident.

De ce qui précède, les mesures suivantes nous paraissent pouvoir être conseillées :

1<sup>o</sup>) La construction des moteurs à boîte à borne encastrée est préférable car elle supprime le risque de cisaillement de cette boîte par une bête ou un étançon. Il subsiste néanmoins le risque d'un coinçage du câble qui ne peut être supprimé.

Lorsque la boîte à bornes est en saillie, il est souhaitable de la protéger par un masque métallique solide.

2<sup>o</sup>) Il résulte de l'accident que ni la réalisation de la mise à la terre par conducteur extérieur en cuivre nu, ni celle par 4<sup>e</sup> conducteur incorporé (avec fiche de prise de courant insérée) ne garantissent une mise à la terre effective.

3<sup>o</sup>) Chaque boîte à bornes d'appareil électrique devrait comporter une borne intérieure de prise de terre.

4<sup>o</sup>) Il est à conseiller d'assurer la mise à la terre effective d'un réseau souterrain par enfouissement de plaques ou de tubes en plusieurs endroits propices distincts, ceci pour pallier l'insuffisance occasionnelle d'une de ces prises de terre. La résistance de la prise de terre dépend en effet de divers facteurs, notamment la conductibilité du sol qui peut varier fortement avec l'humidité. Il est à noter d'ailleurs que les cadres de soutènement et les tuyauteries participent également à la réalisation des prises de terre, ne fut-ce qu'en raison du contact entre les armatures des câbles et ces pièces.

Néanmoins, l'application de ces mesures ne suffit pas à supprimer le danger d'électrocution dans le cas qui nous occupe, pour deux raisons.

a) Certains auteurs et des organismes agréés considèrent comme bonne une résistance ohmique maximum de 10 ohms pour une prise de terre. Le R.G.P.T. ne prescrit pas de valeur. La résistance de 10 ohms est trop élevée pour les travaux souterrains. En effet, dans le cas de l'accident, la mise à la terre du convoyeur blindé n'était plus assurée que par le simple contact de ce convoyeur avec le sol de la taille, puisque la liaison avec le conducteur général de mise à la terre était coupée. Cependant, la résistance de mise à la terre du convoyeur, mesurée dans ces conditions par la méthode des sondes, n'atteignait que 9,5 ohms. A titre comparatif, les résistances ohmiques par rapport à la terre des tuyauteries d'eau et d'air comprimé étaient respectivement de 3 ohms et de 6,5 ohms. Le raccordement du convoyeur à une plaque supplémentaire de prise de terre au pied de taille, par exemple, n'eut pas amélioré sensiblement la situation. Une telle plaque de 0,5 m<sup>2</sup> de surface, enfouie dans la costresse en sol sec, présente une résistance de mise à la terre de 75 ohms. En humidifiant fortement, la résistance tombe à 20 ohms et il n'a pas été possible de faire descendre cette résistance en dessous de 14 ohms, même en noyant l'excavation remblayée dans laquelle la plaque était disposée.

L'augmentation de la surface de la plaque n'améliore guère la situation, car la résistance d'une prise de terre localisée tend vers une limite qui dépend de la répartition des surfaces équipotentielles autour de cette prise de terre locale. Pour obtenir une diminution notable, il faut établir les prises à une distance

suffisante l'une de l'autre (10 à 20 m, par exemple, pour que la répartition des surfaces équipotentielles d'une prise n'influence pas celle de la prise voisine).

D'ailleurs les valeurs de résistances ohmiques de mise à la terre citées plus haut sont encore de loin supérieures à la résistance ohmique de 0,35 ohm qui était celle de la prise générale de terre du siège. Dans le cas où le convoyeur blindé eut été correctement relié à cette terre générale, le danger d'électrocution n'était pas supprimé car le potentiel qui se serait appliqué au convoyeur blindé aurait été fixé, non pas par la résistance des prises de terre, mais par la résistance du conducteur du circuit de masse reliant les deux moteurs et par le courant de court-circuit le traversant. Or, si l'on admet les normes dites plus haut (résistance du corps humain = 1.000 ohms et courant d'électrocution de 50 milliampères pendant 0,2 s), la tension d'électrocution n'est que de 50 V et peut être facilement atteinte.

b) Entre les tôles du convoyeur blindé existent des résistances ohmiques importantes : nous avons mesuré, après l'accident, des résistances de mise à la terre des tôles variant entre 14 ohms et 650 ohms.

Cela signifie que, si les têtes motrices sont convenablement mises à la terre, le convoyeur lui-même ne l'est pas. En cas de mise à la masse d'une phase d'un câble le long du convoyeur blindé, celui-ci pourrait être porté à une tension supérieure à 50 V sur une partie de sa longueur, si une seconde phase est mise à la masse en un autre endroit du réseau.

Dans ces conditions, il nous est apparu nécessaire d'étudier de plus près les possibilités d'électrocution en vue d'en dégager les moyens de prévention.

#### Etude des risques d'électrocution des mises à la masse des phases d'un réseau souterrain.

Divers cas peuvent se présenter, que nous passons en revue pour nous rendre compte comment la protection du personnel est assurée dans chacun d'eux.

##### 1<sup>er</sup> cas (fig 4).

Une pièce M ou une carcasse de coffret ou de moteur non mise à la terre (par exemple par suite d'un mauvais contact ou de la rupture du conducteur de terre) entre en contact avec une phase d'un réseau triphasé, supposé parfaitement isolé. Rien ne se pro-

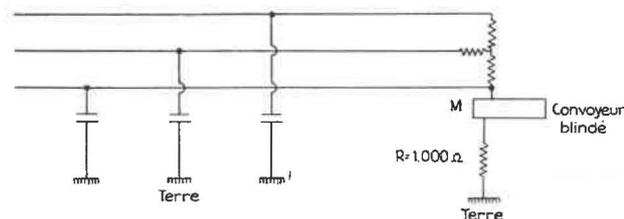


Fig. 4.

duit dans la marche du réseau. Mais, une personne touchant la pièce M se trouve dans la situation de la résistance R du schéma. La tension E, appliquée à la pièce M et due aux courants d'échange entre phases par les capacités C du réseau, se calcule par la formule :

$$E = \frac{\sqrt{3} \omega CRU}{\sqrt{1 + 9 \omega^2 C^2 R^2}}$$

dans laquelle

- U = tension entre phases du réseau
- C = capacité par phase du réseau
- R = résistance de la personne.

Si U = 550 V, R = 1.000 ohms ( $\omega = 2 \pi f = 314$ ), la tension E sera mortelle (50 V) si C = 0,166  $\mu$ F (microfarads).

Une telle valeur se rencontre facilement dans un réseau souterrain. Citons à cet égard quelques valeurs données par M. Bihl (microfarads par kilomètre de câble) :

	Câble	Isolement papier	Isolement en caoutchouc
$\mu$ F/km	3 $\times$ 95 mm <sup>2</sup>	0,29	0,61
	5 $\times$ 25	0,20	0,56
	5 $\times$ 16	0,19	0,57

Si, par contre, la pièce M est mise à la terre par une résistance de terre de 10 ohms, la capacité devrait être environ 100 fois plus grande pour engendrer une tension mortelle. Ceci n'est pas possible, sauf pour les réseaux de câbles très étendus.

Dans ce cas donc, une mise à la terre de 10 ohms protège à coup sûr contre les dangers d'électrocution.

##### 2<sup>e</sup> cas (fig. 5).

Une pièce M ou une carcasse de moteur non mise à la terre entre en contact avec une phase du réseau, alors que les deux autres phases présentent par rap-

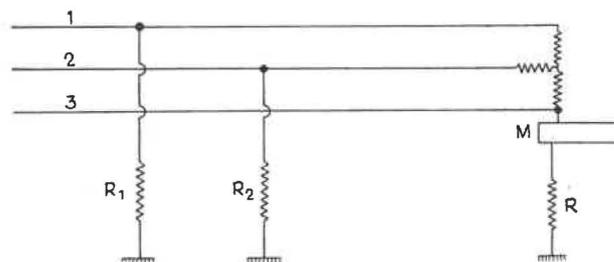


Fig. 5.

port à la terre des isolements égaux à R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>. Nous supposons que le courant capacitif a un effet négligeable, ce qui est le cas du réseau envisagé.

Si une personne vient à toucher la pièce M, elle se place dans la situation de la résistance R du schéma et la tension entre la pièce M et la terre s'établit à la valeur :

$$E = \frac{U}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R}} \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{R_2^2} + \frac{1}{R_1 R_2}}$$

formule dans laquelle U est la tension entre phases du réseau.

a) Si nous supposons tout d'abord que les 2 résistances d'isolement de phase  $R_1$  et  $R_2$  sont égales, la formule devient :

$$E = \frac{UR \sqrt{3}}{R_1 + 2R}$$

En y faisant  $E = 50$  V (tension d'électrocution)  $R = 1.000$  ohms et  $U = 550$  V, on trouve qu'il y aura danger d'électrocution si  $R_1 = 16.030$  ohms, c'est-à-dire si la résistance d'isolement totale du réseau est tombée à  $16.030/2$  ohms =  $8.015$  ohms (voir conclusions finales).

Si, par contre la pièce M est mise à la terre par une résistance de 10 ohms, il y aura danger d'électrocution pour  $R_1 = 160$  ohms, c'est-à-dire lorsque l'isolement du réseau tombera à 80 ohms (voir conclusions).

b) Si l'on suppose que l'une des phases a conservé un bon isolement, c'est-à-dire si dans la formule générale on fait  $R_2 = \infty$ , cette formule devient :

$$E = \frac{RU}{R + R_1}$$

et il y a électrocution pour  $R_1 = 10.000$  ohms, c'est-à-dire lorsque l'isolement général du réseau sera tombé à 10.000 ohms (voir conclusions).

Si, par contre, la pièce M est mise à la terre par une résistance de 10 ohms (cas du convoyeur blindé : 9,5 ohms), il y aura danger d'électrocution lorsque l'isolement du réseau tombera à  $R_1 = 100$  ohms —  $R_1$  représente ici la résistance d'isolement de l'enroulement de phase défectueux du moteur du panzer répartiteur de la costresse (voir conclusions).

Supposons maintenant que le fil de masse (reliant le moteur du convoyeur blindé à la terre générale du coffret) n'ait pas été coupé. Nous pourrions alors considérer que R est égal à la résistance de mise à la terre du moteur du convoyeur de taille, soit 0,35 ohms.

On trouve par la formule précédente :  $R_1 = 3,5$  ohms. Il aurait donc fallu, dans ce cas, que la résistance d'isolement du moteur du panzer répartiteur tombât à 3,5 ohms pour qu'il y ait risque d'électrocution. En réalité, cette valeur de  $R_1$  doit être légèrement plus faible (voir plus loin) car il faut tenir compte de la chute de tension qui se produit dans ce cas dans le transformateur et dans le réseau triphasé. C'est ce que nous allons examiner.

Etude de ce qui se serait passé dans la taille de l'accident si le convoyeur blindé avait été relié au réseau général de mise à la terre.

1<sup>re</sup> hypothèse.

Convoyeur blindé raccordé à la prise de terre générale du siège de 0,35 ohm de résistance, mais supposé isolé du sol de la taille.

Le réseau se serait alors présenté comme au schéma de la figure 6, tiré de la figure 3.

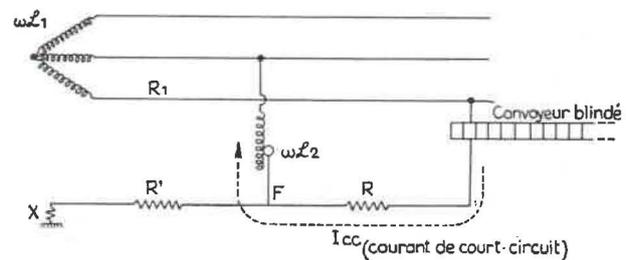


Fig. 6 (tirée de la Fig. 3).

On constate tout d'abord qu'en cas de court-circuit, la résistance X (0,35 ohm au siège en question) de la prise de terre n'entre pas en ligne de compte puisque le courant de court-circuit ne la traverse pas. Elle fixe simplement le potentiel zéro (de la terre) au point F.

On peut alors, d'après les longueurs des câbles et des fils et leurs résistances unitaires, déterminer que

a) résistance du fil de terre entre convoyeur blindé de la taille et moteur du panzer répartiteur =  $0,2$  ohm = R

b) résistance des conducteurs des 2 phases en cause depuis le transfo jusqu'au moteur du convoyeur blindé et au moteur du panzer répartiteur =  $0,216$  ohm =  $R_1$ .

L'impédance de fuite du secondaire du transfo vaut, par phase :

$$\omega \mathcal{L}_1 = 0,0605 \text{ ohm.}$$

1<sup>er</sup> cas —  $\omega \mathcal{L}_2 = 0$  (impédance du bobinage du moteur du panzer répartiteur).

C'est le cas qui se serait produit si, en plus du contact franc du conducteur de phase au moteur de la taille, il y avait eu un contact franc entre une extrémité du bobinage du moteur du panzer répartiteur et la masse.

Le courant de court-circuit aurait eu pour valeur :

$$I = \frac{U \times 0,8}{\sqrt{(R + R_1)^2 + 4\omega^2 \mathcal{L}_1^2}} = \frac{550 \times 0,8}{\sqrt{0,416^2 + 0,121^2}} = 1.000 \text{ A}$$

Nous avons multiplié la tension  $U$  par le coefficient 0,8 pour tenir compte des chutes de tension dans le primaire du transfo et dans le réseau H.T.

Avec un  $I_{cc} = 1.000 \text{ A}$ , les fusibles de protection à haut pouvoir de coupure, de 100 A, auraient coupé le courant en 0,005 s, d'après leur courbe de fonctionnement.

Il n'y aurait donc pas eu électrocution puisqu'il est admis que celle-ci ne peut se produire que si le contact du corps de l'homme avec une pièce sous tension dure au moins 0,2 s. La tension sur le convoyeur blindé de la taille, par rapport à la terre, aurait été égale à  $R \times I_{cc} = 0,2 \times 1.000 = 200 \text{ V}$ .

2<sup>me</sup> cas —  $\omega \mathcal{L}_2 \neq 0$ , c'est-à-dire contact d'un enroulement de phase du moteur du panzer répartiteur avec la masse en un point de cet enroulement.

Pour qu'il y ait risque d'électrocution (toujours avec fil de mise à la terre raccordé), il faut que le convoyeur blindé de la taille puisse être porté par rapport à la terre à une tension d'au moins 50 V et que celle-ci se maintienne sur le convoyeur blindé pendant au moins 0,2 s.

Ceci ne peut avoir lieu que si :

a) le courant de court-circuit  $I_{cc}$  est suffisant pour donner, à travers la résistance  $R$  du conducteur de mise à la terre, une chute de tension de 50 V, c'est-à-dire si

$$I_{cc} > \frac{50}{0,2} = 250 \text{ A}$$

b) le courant de court-circuit  $I_{cc}$  est suffisamment faible pour que les fusibles fonctionnent après un temps plus long que 0,2 s. D'après les courbes de fonctionnement des fusibles, ceci a lieu pour

$$I_{cc} < 480 \text{ A}$$

Pour qu'il y ait danger d'électrocution, il faut donc que

$$250 \text{ A} \leq I_{cc} \leq 480 \text{ A}$$

Il faut donc que l'impédance ou partie d'impédance  $\omega \mathcal{L}_2$  du bobinage du moteur du panzer répartiteur ait pour valeur

$$0,82 \text{ ohm} < \omega \mathcal{L}_2 < 1,78 \text{ ohm}$$

Ces deux valeurs se déduisent de la formule

$$I = \frac{U \times 0,9}{\sqrt{(R + R_1)^2 + (2\omega \mathcal{L}_1 + \omega \mathcal{L}_2)^2}}$$

dans laquelle on fait respectivement  $I = 250 \text{ A}$ , et  $I = 480 \text{ A}$  et dans laquelle nous avons admis une chute de tension de 10 % (coefficient 0,9) dans le

primaire du transfo et dans le réseau HT ( $\omega \mathcal{L}_1$  tient compte, lui, de la chute de tension dans le secondaire du transformateur).

2<sup>e</sup> hypothèse (fig. 7 et 8).

En réalité, le convoyeur blindé n'est pas isolé du sol et, en plus de sa connexion au réseau général de

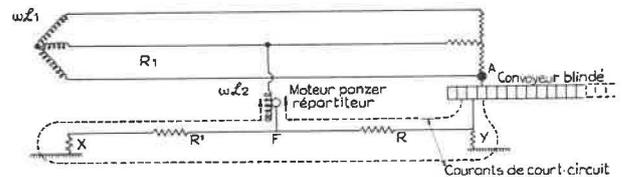


Fig. 7.

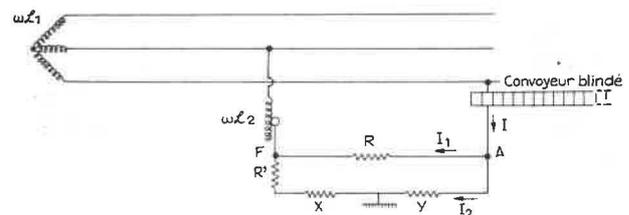


Fig. 8.

mise à la terre, il possède une *terre particulière*  $Y$  due :

- soit à son propre contact avec le sol ( $R_{\text{terre}} = 9,5 \text{ ohms}$ ) dans le cas de l'accident ;
- soit à un raccordement à une prise de terre locale, par exemple une plaque enfouie dans le sol ( $R_{\text{terre}} = 14 \text{ ohms}$  dans le chantier de l'accident) ou bien une tuyauterie à eau ( $R_{\text{terre}} = 3 \text{ ohms}$  dans le chantier de l'accident).

Ces valeurs de 14 et 3 ohms résultent d'essais faits après l'accident.

Cette situation est représentée à la figure 7 où

$\omega \mathcal{L}_1$  = impédance du transformateur.

$\omega \mathcal{L}_2$  = impédance de la partie d'enroulement du moteur parcourue par le courant de court-circuit.

$R = 0,2 \text{ ohm}$  : résistance ohmique du conducteur de mise à la terre entre les deux moteurs.

$R'$  = résistance du conducteur de mise à la terre générale depuis le moteur du panzer répartiteur jusqu'à la sous-station (terre générale). Dans le cas du siège dont il est question, cette résistance était égale à 0,3 ohm (elle est de l'ordre de 0,1 ohm par 100 m de conducteur de 16 mm<sup>2</sup> de section).

$X$  = résistance de la prise de terre générale.

$Y$  = résistance de la prise de terre locale à l'endroit du convoyeur blindé.

On voit que le courant de court-circuit I va de A à F par deux chemins parallèles : d'une part, la résistance R du conducteur de terre, d'autre part, par le circuit de la terre même (résistances Y, X et R').

Dès lors, le schéma électrique peut être présenté comme indiqué à la figure 8. Le courant de court-circuit I, qui influence les protections par disjoncteur ou fusibles, se subdivise en un courant I<sub>1</sub> à travers la résistance R et en un courant I<sub>2</sub> par le circuit du sol. C'est ce dernier, I<sub>2</sub>, qui, en traversant la résistance de terre Y, fixe le potentiel E qui s'applique au convoyeur blindé et il y aura danger d'électrocution lorsque E = 50 V.

On peut remplacer les deux circuits en parallèle par une résistance équivalente R<sub>e</sub> :

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R} + \frac{1}{X + Y + R'}$$

$$R_e = \frac{R(X + Y + R')}{R + X + Y + R'} \quad (a)$$

La tension entre A et F est : V = R<sub>e</sub> × I

Le courant I<sub>2</sub> vaut donc :

$$I_2 = \frac{V}{X + Y + R'} = \frac{R_e \times I}{X + Y + R'}$$

La tension E = Y × I<sub>2</sub> =  $\frac{R_e \times Y}{X + Y + R'} \times I$

$$I = \frac{E(X + Y + R')}{R_e \times Y} \quad (b)$$

En nous plaçant dans les conditions de l'accident (E = 50 V, tension mortelle, R = 0,2 ohm — R' = 0,5 ohm), nous pouvons examiner quelle est la valeur du courant de court-circuit I pour différentes valeurs possibles de X et Y (résistances des prises de terre) et voir quel est le risque d'électrocution dans chaque cas. Il suffira de choisir les valeurs pour couvrir la généralité des cas possibles.

1<sup>er</sup> cas — Résistances X et Y équilibrées

X (résistance de la prise générale de terre) = 10 ohms ;

Y (résistance de la prise locale de terre) = 10 ohms.

La formule (a) donne :

$$R_e = \frac{0,2 \times 20,3}{20,5} = 0,2 \text{ ohm}$$

La formule (b) donne :

I = courant de court-circuit minimum engendrant un potentiel de 50 V sur le convoyeur blindé.

$$I = \frac{50 \times 20,3}{0,2 \times 10} = 507 \text{ A} > 480 \text{ A}$$

Dans ce cas, on est protégé contre l'électrocution puisque I<sub>min</sub> dangereux est supérieur à la valeur de 480 A trouvée précédemment, pour laquelle les fusibles interviennent en 0,2 s, durée mortelle de contact admise par les auteurs. Dans le présent cas, la durée de contact d'un individu avec le potentiel dangereux sera inférieure à cette limite et il n'y aura donc pas d'électrocution.

2<sup>me</sup> cas — Résistances X et Y équilibrées et de faible valeur.

$$X = 1 \text{ ohm}$$

$$Y = 1 \text{ ohm}$$

On trouve de même R<sub>e</sub> = 0,184 ohm

$$I_{\text{min dangereux}} = 625 \text{ A} > 480 \text{ A}$$

On est encore protégé comme dans le cas précédent.

3<sup>me</sup> cas : cas réel de l'accident — Résistances X et Y déséquilibrées, ce qui était le cas dans le chantier sinistré et qui constitue d'ailleurs le cas le plus général. Nous prendrons pour X et Y les valeurs trouvées dans le chantier accidenté, à savoir X = 0,35 ohm (terre générale) et Y = 9,5 ohms (terre particulière).

On trouve par les formules précédentes (a) et (b) :

$$R_e = 0,196 \text{ A}$$

$$I_{\text{min dangereux}} = 272 \text{ A} < 480$$

Donc le potentiel sur le convoyeur blindé atteindra 50 V et il y aura danger d'électrocution lorsque la valeur du courant I de court-circuit sera comprise entre 272 et 480 A.

$$272 \text{ A} < I < 480$$

Si nous introduisons ces limites dans la formule vue précédemment :

$$I = \frac{U \times 0,9}{\sqrt{(R + R_1)^2 + (2\omega L_1 + \omega L_2)^2}}$$

dans laquelle U = 550 R = R<sub>e</sub> R<sub>1</sub> = 0,216 et ωL<sub>1</sub> = 0,0605.

nous trouvons que, dans l'échelle des valeurs possibles de ωL<sub>2</sub>, la plage dangereuse pour laquelle il y a danger d'électrocution est

$$0,81 \text{ ohm} < \omega L_2 < 1,61 \text{ ohm}$$

Rappelons que ωL<sub>2</sub> représente l'impédance de l'enroulement (ou partie d'enroulement) du moteur du panzer répartiteur dont le stator est à la masse.

Lorsque cette impédance tombe entre les limites ci-dessus, il y a risque d'électrocution (voir conclusions).

4<sup>me</sup> cas — X et Y déséquilibrées, mais de valeurs faibles. Nous prendrons  $X = 0,35$  ohm  
 $Y = 1$  ohm

Nous trouvons

$$R_e = 0,17 \text{ ohm}$$

$$I_{\text{min dangereux}} = 398 \text{ A}$$

Donc, il y a encore risque d'électrocution lorsque  $398 \text{ A} < I < 480 \text{ A}$  (voir conclusions).

On voit donc que l'adjonction locale d'une terre particulière n'améliore guère la protection.

L'étude qui précède nous conduit aux considérations suivantes :

1. Lorsqu'un défaut d'isolement s'établit sur une phase au contact d'une pièce métallique, la protection contre une électrocution est assurée, dans le cas d'un réseau d'extension limitée (moins de 6 km par exemple), si cette pièce est mise à la terre par une résistance de 10 ohms.

2. Lorsque deux phases présentent un défaut d'isolement, en des endroits différents d'un réseau à 550 V, et que l'un de ces défauts se produit au contact d'une pièce métallique non mise à la terre, il y a danger d'électrocution lorsque l'isolement général tombe à 10.000 ohms, si l'on admet 50 V comme tension dangereuse sur la pièce.

Si ladite pièce est mise à la terre par une résistance de 10 ohms, le danger subsiste lorsque la résistance d'isolement tombe à 100 ohms.

Si la pièce métallique est raccordée à un réseau de mise à la terre du siège, réseau constitué par un conducteur continu de masse reliant toutes les installations et raccordé à différents endroits à des prises de terre, il subsiste un danger d'électrocution lorsque le courant de court-circuit, qui s'établit entre les deux défauts par le conducteur de masse, se trouve compris entre deux valeurs qui délimitent ce qu'on peut appeler une plage dangereuse pour laquelle la tension mortelle de 50 V s'établit sur la pièce et dure plus de 0,2 s, temps nécessaire (pour un individu normal) à l'électrocution.

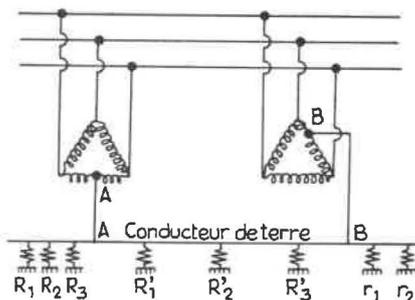


Fig. 9.

La situation générale du réseau et des prises de terre d'un siège est représentée à la figure 9. Si les

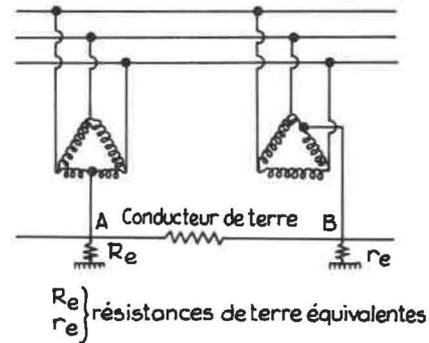


Fig. 10.

défauts d'isolement se produisent aux points A et B, on voit que la situation se ramène à celle étudiée pour le cas de l'accident par simple transposition des résistances des prises de terre aux points A et B (fig. 10).

Ces cas d'électrocution peuvent être supprimés par l'emploi d'un contrôleur d'isolement réglé pour provoquer le déclenchement immédiat du disjoncteur dès que l'isolement d'une phase tombe en dessous de 15.000 ohms par exemple.

Cette limite, supérieure aux différents seuils de danger cités plus haut, se justifie en tenant compte du risque d'aggravation rapide d'un défaut, lorsque l'isolement du réseau descend à une valeur moindre.

Toutefois, le seuil de déclenchement du contrôleur d'isolement nous paraît pouvoir être fixé à une valeur plus faible dans les cas où la certitude existe que tous les appareils sont convenablement mis à la terre.

En effet, le danger d'électrocution n'existe dans ces cas qu'à partir de valeurs très faibles (de l'ordre de la centaine d'ohms) de la résistance d'isolement. Le seuil de déclenchement pourrait alors être choisi à une valeur inférieure à celle de 15.000 ohms dite plus haut, par exemple 10.000 ohms, voire 5.000 ohms.

La certitude de la mise à la terre convenable des appareils à protéger implique, non seulement une résistance faible de mise à la terre, mais aussi la surveillance au moyen de relais, de la continuité des circuits de masse.

Il convient cependant de ne pas perdre de vue le risque d'électrocution par contact direct de l'homme avec une phase. Pour ce cas là, la fixation du seuil de déclenchement du contrôleur d'isolement à la valeur la plus élevée possible est souhaitable, la résistance effective de ce contact pouvant atteindre des valeurs nettement plus élevées que 1.000 ohms. Dans le même but, le temps de déclenchement au moyen de ce contrôleur d'isolement devrait être nettement inférieur à 0,2 s, temps minimum que certains auteurs estiment nécessaire à l'électrocution.

3. L'électrisation d'un convoyeur blindé dont les têtes motrices sont convenablement mises à la terre est encore possible si une phase du câble qui longe

Le convoyeur est mise à la masse de celui-ci à la suite d'une détérioration. La probabilité de ce cas n'est pas négligeable car les câbles, bien que placés dans des goulottes, peuvent être pincés par un pous-seur, ou le mouvement des tôles, ou une pierre, etc...

En raison de la forte résistance ohmique qui peut exister entre les tôles, un potentiel mortel peut s'établir sur une partie du convoyeur.

En l'absence de contrôleur d'isolement, on pourrait songer à assurer une mise à la terre continue de toutes les tôles au moyen d'un câble d'acier bou-lonné à chacune de celles-ci.

Toutefois, en cas de mise à la masse d'une seconde phase en un autre point du réseau, comme cela s'est produit lors de l'accident, cette solution présente le danger de répartir le potentiel maximum sur toute la longueur du convoyeur blindé et d'augmenter ainsi le nombre des victimes possibles.

Dans ces conditions, le remède au danger ne peut également être apporté que par un contrôleur d'isole-ment à déclenchement automatique.

Notons que le contrôleur d'isolement devrait être de construction et de conception particulièrement soignées et faire éventuellement l'objet d'une agréa-tion.

4. Les câbles souples doivent être pourvus actuel-lement, suivant le règlement belge, d'une gaine mise à la terre. Une telle gaine ne nous paraît assurer ef-ficacement la sécurité vis-à-vis d'une électrocution qu'à la condition que l'isolement du réseau soit sur-veillé par un contrôleur d'isolement à déclenchement automatique.

5. Nous avons admis, dans ce qui précède, 0,050 A comme courant d'électrocution, suivant les normes allemandes. Les normes françaises sont plus rigoureuses (0,025 A). Vraisemblablement compor-tent-elles un certain coefficient de sécurité. En em-ployant ces normes, la plage dangereuse déterminée plus haut serait tout simplement élargie, mais les conclusions concernant l'emploi d'un contrôleur d'isolement restent valables.

6. Il ne semble pas que la sécurité puisse être, dans le cas présent, notablement augmentée par l'in-termédiaire des appareils de protection tels que fu-sibles, contacteurs ou disjoncteurs existant actuelle-ment sur le marché.

Les fusibles utilisés fondent en 0,005 s sous 1.000 A, en 0,2 s sous 480 A, en 20 s sous 250 A.

Ce courant de 250 A représente la pointe de dé-marrage d'un moteur. Nous avons vu que, dans le cas étudié, ce courant a la valeur du courant de court-circuit minimum nécessaire à travers les 200 m de conducteur de masse pour appliquer au con-voyeur blindé la tension dangereuse de 50 V.

Dans le cas présent, le coffret à contacteurs possé-dait un relais thermique réglé à 50 A. La courbe de fonctionnement de ce relais donne ce qui suit :

Courant de 50 A - fonctionnement illimité  
(courbe asymptotique)

Courant de 100 A - coupure après 3,5 min

Courant de 200 A - coupure après 0,6 min, soit 36 s

Courant de 300 A - coupure après 0,25 min, soit 15 s

Courant de 400 A - coupure après 0,1 min, soit 6 s

Dans le cas de l'accident, le courant de court-circuit qui a appliqué la tension dangereuse au con-voyeur blindé a eu pour valeur maximum possible :

$$\frac{550 \text{ V}}{9,85 \text{ ohms}}$$

soit 56 A ; cette valeur de courant est trop faible pour faire fonctionner le relais à maximum de cou-rant.

7. L'augmentation de la section du conducteur de terre ne peut être retenue comme solution. Certains réseaux desservis par une même sous-station com-portent en effet des moteurs séparés par des lon-gueurs de câbles de plus de 2 km. En supposant qu'une mise à la masse se fasse à chacun de ces mo-teurs, il faudrait, pour que la tension dangereuse ne puisse s'appliquer pendant plus de 0,2 s sur l'un de ces moteurs (durée minimum pour l'électrocu-tion), que le courant de court-circuit ait au moins la valeur de 480 A imposée par les caractéristiques des fusibles. Cela conduit à envisager une résistance de conducteur de terre d'environ 0,1 ohm, ce qui néces-siterait une section de ce conducteur de 340 mm<sup>2</sup>, évidemment prohibitive.

#### Citations d'auteurs.

*Bihl* (Edition 1955, p. 183 — Electrification du fond des mines).

« Auparavant, nous attirons cependant encore l'attention sur le fait qu'un courant d'électrocution, pour être mortel, doit durer de l'ordre de 1/5 de seconde.

» D'où une première règle pratique de sécurité : avant de toucher franchement un appareillage élec-trique au fond, il convient de le tâter d'abord du bout des doigts : de la sorte la secousse nerveuse res-sentie en cas de mise à la masse fera probablement durer le passage du courant moins 1/5 de seconde ; en le touchant franchement (et surtout les poignées de commande), la crampe consécutive à l'électrocu-tion risque de prolonger la durée de contact au-delà de la valeur mortelle.

» Une autre conséquence découlant de ce facteur temps paraît être dévolue dans l'avenir à la rapidité des déclenchements de différents systèmes de sécu-rité. Alors que les relais électromagnétiques, même à réglage instantané, ont une inertie relativement im-portante, limitant au mieux les durées de fonctionne-ment à des durées de l'ordre de 0,2 seconde, les re-lais électroniques, s'ils peuvent s'introduire dans la

mine et s'ils peuvent opérer directement sans passer par le concours de relais électromagnétiques, ont des temps de déclenchement beaucoup plus courts qui sont de l'ordre de 0,01 seconde.

» Il semble qu'une amélioration de la sécurité électrocution pourrait être obtenue dans cette voie. »

*Annales des Mines — Juin 1957 — Recommandation n<sup>o</sup> 2*

de la sous-commission Electricité de la Conférence Internationale sur la sécurité dans les mines de Luxembourg.

« a) Dans les réseaux sous tension supérieure à 660 V, le courant de mise accidentelle à la terre doit être aussi faible que possible, sinon il doit être limité à une valeur aussi faible que possible à l'aide de dispositifs appropriés.

» b) En cas de mise accidentelle à la terre, les conducteurs intéressés doivent être sans retard mis automatiquement hors tension ou tout au moins la mise accidentelle à la terre doit être signalée par un appareil indicateur.

» c) Pour les circuits sous tension entre 42 et 660 V, les mêmes dispositions sont applicables. Cependant, au lieu du simple appareil indicateur, on doit installer un appareil de mesure d'isolement avec un signal d'alarme optique et acoustique ; toutefois, pour les installations d'éclairage, un signal d'alarme optique est considéré comme suffisant.

» d) Le défaut d'isolement doit être au plus tôt recherché par le personnel qualifié et être réparé dans un délai convenable. Sinon, les conducteurs intéressés doivent être mis hors tension. »

### Conclusions.

Le risque d'électrocution qui résulte de l'existence de défauts d'isolement en deux points différents d'un réseau à neutre isolé dépend moins des valeurs des résistances de mise à la terre de chacun de ces points que du déséquilibre qui peut exister entre les valeurs.

Il s'ensuit que la sécurité du personnel vis-à-vis du risque d'électrocution peut être obtenue par l'application des deux mesures suivantes.

1) Maintien en permanence de la résistance d'isolement du réseau protégé au-dessus d'une valeur minima, fixée d'avance et correspondant à la valeur admise comme seuil de danger. Cette mesure implique la surveillance de l'isolement au moyen d'un contrôleur d'isolement assurant le déclenchement immédiat du disjoncteur dès que l'isolement du réseau tombe sous cette valeur.

Pour tenir compte des nécessités de l'exploitation, un tel contrôle de l'isolement doit être sélectif et il paraît souhaitable, dans le même but, que le contrôleur d'isolement comporte, outre le seuil de danger à déclenchement immédiat, un seuil d'alerte fixé à une valeur plus élevée qui, lorsque le défaut d'isolement ne présente pas une évolution rapide, prévient du défaut et donne le temps à l'électricien de le rechercher et d'y remédier avant qu'il ne devienne nécessaire de mettre hors tension les installations.

2) Accroissement de la robustesse mécanique et de la protection des pièces ou des câbles sous tension au fond de la mine : la mise sur le marché de moteurs à boîte à borne encastrée est un exemple des améliorations qu'il est légitime d'escompter dans ce domaine.

Ces mesures renforcent, en outre, considérablement la sécurité des installations électriques vis-à-vis des risques d'incendie et d'inflammation de grisou.

# L'évolution des nouveaux combustibles sans fumée

J. BRONOWSKI, M. A., Ph. D. (1)

Traduction par INICHAR

## INLEIDING

De productie van rookloze agglomeraten wordt beproefd en ontwikkeld in verschillende kolenvoortbrengende landen en het recente colloquium over de agglomeratie der fijnkolen, dat te Parijs werd gehouden in november 1959, wijdde een belangrijk gedeelte van zijn werkzaamheden aan dit probleem.

De onderstaande mededeling is van de hand van Dr. J. Bronowski, Directeur-Generaal van de ontwikkeling der procédé's van de National Coal Board. Zij werd voorgedragen op de Internationale Conferentie over Luchtbezoedeling, die in oktober 1959 te Londen werd gehouden. Zij legt de nadruk op de nieuwe methoden die op punt gesteld werden door de research-diensten van de N.C.B. en op de stijgende bijval van de rookloze brandstoffen bij het britse publiek.

De voorgestelde oplossingen betreffen meer bepaald de brandstoffen voor open haarden en zouden slechts kunnen toegepast worden op de voortbrengst van brandstoffen voor gesloten haarden mits nieuwe studie.

Inichar.

## SAMENVATTING

Vaste rookloze brandstoffen van hoge kwaliteit blijken een groeiende bijval te kennen bij het publiek. Deze producten zijn gekenmerkt door het gemak waarmee ze kunnen behandeld en opgeslagen worden, een goede brandbaarheid en een laag asgehalte.

De fabricatie en de klassieke productiemethoden evolueren om zich aan de stijgende vraag aan te passen. Nieuwe procédé's worden ontwikkeld om te voldoen aan de verdere stijging van de behoeften, die voorzien wordt door de toepassing van de « Clean Air Act ». Deze procédé's zijn economischer en geven een betere brandstof. Hun principe wordt op bondige wijze aangeduid.

## AVANT-PROPOS

La production d'agglomérés non fumeux est en voie d'expérimentation et de développement dans de nombreux pays charbonniers et le récent Colloque sur l'Agglomération des Fines de Charbon, qui s'est tenu à Paris en novembre 1959, lui a consacré une part importante de ses travaux (2). La communication ci-après a été faite par le Dr. J. Bronowski, Directeur Général des Développements de Procédés du National Coal Board, à la Conférence Internationale de l'Air Propre qui s'est tenue à Londres en octobre 1959. Elle met l'accent sur les techniques nouvelles mises au point par les services de recherches du N.C.B. et sur le succès croissant que les combustibles non fumeux remportent auprès du public britannique.

Les solutions présentées dans cet article concernent plus particulièrement les combustibles pour foyers ouverts et ne pourraient être transposées à la production de combustibles pour poêles à feu continu que moyennant de nouvelles études.

Inichar.

(1) « The development of new smokeless fuels » par J. Bronowski, M.A., Ph.D., Director-General of Process Development, National Coal Board, Grande-Bretagne — Communication présentée à l'International Clean Air Conference, Londres, 20-23 octobre 1959, organisée par la National Society for Clean Air, Bridge Street, London S.W. 1.

(2) Compte rendu par Inichar dans les « Annales des Mines de Belgique », 1959, janvier, pp. 9/23.

## RESUME

*Il existe des indices de la faveur croissante du public pour des combustibles solides non fumeux de haute qualité. Ces combustibles se caractérisent par une manipulation et un stockage faciles, une bonne combustibilité et une faible teneur en cendres. Les usines et les méthodes traditionnelles de production évoluent pour satisfaire l'accroissement de la demande. De nouveaux procédés sont en cours de développement pour satisfaire la demande à plus longue échéance qui découlera de l'application du « Clean Air Act ». Ces procédés sont plus économiques et produisent un meilleur combustible. Leur principe est brièvement esquissé.*

TENDANCES DU MARCHÉ  
DES COMBUSTIBLES DOMESTIQUES

Les villes de Grande-Bretagne entendent se libérer de leur fumée : elles ont l'opinion publique pour les soutenir et les lois pour leur donner le pouvoir d'agir.

Le changement sera d'importance, comme l'a montré le Comité sur la Pollution de l'Atmosphère, présidé par Sir Hugh Beaver ; le Comité admet, par exemple, que 19 millions de tonnes de charbon consommées annuellement dans les foyers domestiques des zones « noires » devront être remplacées. Si l'importance des changements nécessaires a été mise en évidence, depuis déjà 5 ans qu'a paru le rapport du Comité, il n'était pas possible de prévoir comment ces changements s'accompliraient et quels types de combustibles sans fumée choisirait le public. L'orientation de la demande, au cours des quatre derniers hivers, a été à cet égard particulièrement instructive. C'est la donnée nouvelle qui est venue s'ajouter depuis la parution du rapport : nous voyons à présent comment la demande du public a commencé à changer. Cet argument de la place du marché commence à orienter la politique de développement des combustibles non fumeux.

La chose que chacun a entendu dire est que les clients domestiques ont acheté du mazout en lieu et place de charbon. C'est cependant une appréciation superficielle du changement intervenu. En fait, ils ont acheté plus de combustibles non fumeux et le mazout est l'un de ceux qu'ils ont choisis. Le tableau I récapitule les ventes des quatre types de combustibles non fumeux que le public peut se procurer ; l'électricité, le gaz, les combustibles solides et le mazout, durant les quatre années complètes qui se sont écoulées depuis la publication du rapport Beaver.

Les tendances sont parfaitement claires. Il y a eu un large accroissement de l'utilisation domestique de l'électricité et du mazout : ce dernier a réalisé les gains les plus importants avec un accroissement de 60 % en quatre ans (l'usage domestique de l'électricité inclut, bien entendu, l'éclairage et un peu de force motrice, aussi bien que le chauffage). Le gaz et les combustibles solides non fumeux ont,

tout au plus, maintenu leurs positions. De ces chiffres généraux, je ne veux tirer pour le moment qu'une leçon brutale : le public n'a pas recherché les combustibles non fumeux les moins chers, car les moins chères de ces quatre sources de chaleur sont constituées par certaines classes de combustibles solides non fumeux.

Il y a d'autres leçons plus subtiles cachées dans le tableau I et, en vue de les découvrir, nous devons chercher à voir de quoi se composent ces chiffres. L'électricité et le gaz ne constituent chacun qu'un seul type de combustible et les huiles à usage domestique peuvent se grouper en deux types. Par contre, les combustibles solides non fumeux sont beaucoup moins homogènes en ce qui concerne leur utilisation et leur qualité. Tout d'abord, il y a les combustibles non fumeux qui sont utilisés en poêles fermés et ceux qui sont brûlés principalement dans les foyers ouverts, que ce soit dans des âtres anciens ou dans des foyers modernes améliorés. En second lieu, pour chacun de ces usages, il existe des combustibles solides de différentes qualités qui donnent à l'utilisateur différentes commodités, en plus du dégagement de chaleur qu'ils procurent.

Dans cette communication, je me limiterai aux combustibles solides de haute qualité et c'est pourquoi j'extraurai des chiffres totaux du tableau I ceux qui se rapportent aux combustibles solides non fumeux de premier choix. Le tableau II est relatif aux combustibles de premier choix utilisés en foyers ouverts et le tableau III aux combustibles pour poêles fermés.

Les chiffres des tableaux II et III sont frappants. Alors que le tableau I semble montrer que les ventes des combustibles solides non fumeux, au cours des quatre dernières années, sont restées stationnaires, nous voyons maintenant qu'il y a eu, en fait, un mouvement de première importance dans la demande du public. Les ventes de tous les combustibles solides non fumeux, de premier choix, pour foyers ouverts et pour poêles fermés, ont augmenté très rapidement. Le taux de cette augmentation a été de 70 % en quatre ans. Il est plus élevé que le taux d'augmentation des ventes de mazout et s'inscrit au premier rang de tous les accroissements de vente des combustibles non fumeux.

TABLEAU I.

Ventes de combustibles non fumeux pour usages domestiques de 1955 à 1958.

Combustibles	1955	1956	1957	1958
Electricité (trillions de Wh)	20,0	22,4	23,4	26,6
Gaz (trillions de kcal)	34,3	33,9	33,0	33,2
Combustibles solides non fumeux (millions de t métriques)	5,7	5,7	5,3	5,7
Huiles (millions de t métriques)	0,8	0,9	0,9	1,3

TABLEAU II.

Ventes de combustibles solides non fumeux de premier choix pour feux ouverts de 1955 à 1958.

Combustibles	1955	1956	1957	1958
Combustibles solides non fumeux de 1 <sup>er</sup> choix (*) (milliers de t. métr.)	476	504	577	801

(\*) Cette rubrique groupe : Coalite, Rexco, Cleanglow et Phimax.

TABLEAU III.

Ventes de combustibles solides non fumeux de premier choix pour poêles fermés de 1955 à 1958.

Combustibles	1955	1956	1957	1958
Combustibles solides non fumeux de 1 <sup>er</sup> choix (*) (milliers de t. métr.)	1.642	1.795	1.823	1.953

(\*) Cette rubrique groupe : Anthracite, Phurnacite et 1/4 gras sec gallois.

Nous ne devons pas exagérer la portée des chiffres des tableaux II et III, non plus que de ceux du tableau I relatifs à la consommation de mazout. Les quantités de combustibles non fumeux vendues sont encore marginales : moins de 1 million de tonnes de combustibles de premier choix pour les feux ouverts, 1,3 million de tonnes de mazout (équivalant à 2,2 millions de tonnes de charbon) et un peu moins de 2 millions de tonnes de combustibles de premier choix pour les poêles fermés. Ces quantités ne peu-

vent se comparer ni isolément ni par leur total aux 30 millions de tonnes de charbon vendues au marché domestique. De plus, l'action de la nouvelle législation du « Clean Air Act » ne s'est pas encore fait sentir avec force : le principal de la réglementation locale d'interdiction de production de fumées viendra d'ici quelques années. De ce fait, les changements enregistrés sont des changements volontaires.

Nous devons accepter le témoignage des tableaux II et III comme la première expression d'un choix délibéré d'une partie du public. Cette partie du public préfère les combustibles de premier choix, en poêles fermés et en foyers ouverts. Ce qui importe ici, ce ne sont pas les quantités absolues qui ont été achetées, mais l'accroissement de ces quantités, d'année en année ; en fait, cette partie du public a acheté chaque année autant de combustibles de premier choix qu'elle a pu s'en procurer et, ce faisant, elle n'a pas été découragée par leur prix. Quelques-uns des combustibles qui ont enregistré le plus large accroissement de vente coûtent à Londres 12 livres la tonne (1.680 FB), soit environ 2,35 FB les 10.000 kcal. Evidemment, la note de chauffage est un petit poste dans le budget — c'est le plus petit poste dans les estimations officielles du coût de la vie. Néanmoins, ces consommateurs pourraient réduire leur note de chauffage en utilisant des combustibles autres que ceux de premier choix et il est, dès lors, frappant qu'ils aient en grand nombre commencé à s'orienter vers l'emploi de combustibles solides de haute qualité.

### CRITERES DE QUALITE

Une partie au moins du public a exprimé des préférences qui ne sont pas dictées par le prix et qui, de ce fait, reflètent quelque chose d'autre, qui peut s'appeler au sens le plus large la convenance, la commodité. Ce mot est devenu en quelque sorte une rengaine et il importe d'analyser ce que ce public trouve « commode ». Il me semble qu'on peut distinguer trois formes de « commodité » dans un combustible solide. Il doit être commode avant que nous le brûlions, c'est-à-dire facile à manipuler et à entreposer. Il doit être commode quand nous le brûlons, c'est-à-dire que, dans un feu ouvert, il doit s'allumer aisément, donner une flamme longue et claire et reprendre facilement à n'importe quel moment ; dans des poêles fermés, il doit brûler régulièrement pendant de longues périodes et aussi se réactiver rapidement. Il doit être commode après que nous l'ayons brûlé, c'est-à-dire qu'il ne doit pas y avoir beaucoup de cendres et que ces cendres ne doivent pas voler trop facilement. Cette analyse de ce que l'on entend par « commodité » n'est pas aussi subjective qu'elle peut le paraître, car elle trouve sa confirmation dans les qualités des combustibles de

premier choix dont les tableaux II et III montrent le succès croissant.

En premier lieu, un combustible est plus facile à manipuler et à entreposer s'il est dense et le nombre de rechargements des feux s'en trouve réduit. Aucun combustible actuellement fabriqué pour les feux ouverts ne satisfait à cette exigence. La situation est différente pour les poêles fermés. Dans ce domaine, seuls les combustibles de premier choix sont de densité élevée (0,72 kg/dm<sup>3</sup> et au-delà) ; ce sont précisément ces combustibles de premier choix qui ont enregistré l'accroissement de vente indiqué au tableau III.

Mon deuxième critère de « commodité » concerne le comportement du combustible : il doit brûler bien et longtemps et doit reprendre rapidement quand le feu est rechargé ; de plus, si le combustible est destiné aux feux ouverts, il doit s'enflammer aisément. À ces points de vue, les combustibles de premier choix sont exemplaires ; de plus, ils sont de qualité très constante d'un lot à l'autre et, même pour certains d'entre eux, telle la Phurnacite, d'une pièce à l'autre.

Mon troisième critère est la commodité après achèvement de la combustion, elle est mesurée par la quantité de cendres et par leur nature. Ici encore, les combustibles de premier choix pour poêles et pour feux ouverts atteignent un standard élevé. Ils contiennent moins de 7 % de cendres et quelques-uns d'entre eux beaucoup moins. Cette faible teneur en cendres a, de plus, un effet marqué sur le rendement de la combustion en feux ouverts, qui, presque toujours, tombe rapidement lorsque la teneur en cendres dépasse 7 %.

En résumé, j'ai tenté de montrer qu'il existe une demande croissante pour des combustibles solides non fumeux de haute qualité. En valeur absolue, cette demande est encore marginale et ne concerne qu'un public limité, mais qui s'est accru d'année en année depuis la publication du rapport Beaver.

Ce public choisit avec discernement et les combustibles qu'il achète doivent satisfaire à des critères de commodité assez stricts : commodité avant, pendant et après l'usage. Une politique de développement de nouveaux combustibles non fumeux doit tenir compte de ces indications. Si de nouveaux combustibles doivent atteindre un plus large public comme on peut le prévoir d'ici quelques années, quand l'application du « Clean Air Act » se généralisera, ils devront être bien entendu à un prix raisonnable. Mais, ils devraient également s'adapter à ces facteurs de commodité qui ont commencé à attirer un public croissant : en bref, ils devraient être denses, réactifs et propres.

### SOLUTIONS A COURT TERME

Les principales conséquences du « Clean Air Act » ne se matérialiseront que dans quelques an-

nées : on peut estimer que les changements seront très substantiels d'ici 1965, mais qu'ils ne se feront pas pleinement sentir avant 1970 ou même au-delà.

Le développement de la production de nouveaux combustibles non fumeux, pour satisfaire à cette demande, est, de ce fait, une entreprise à longue échéance ; à longue échéance, nous devons nous préparer à remplacer jusque 19 millions de tonnes de charbon domestique. Mais, il existe également un problème à court terme entre l'époque actuelle et 1965 et il est urgent de le résoudre.

À court terme, nous devons improviser : c'est-à-dire que nous devons utiliser les usines existantes pour produire le meilleur combustible possible, même si ces installations n'étaient pas conçues pour fabriquer des combustibles de premier choix. Le National Coal Board et le Gas Council sont entrés tous deux dans cette voie. Deux des combustibles de premier choix que j'ai repris au tableau II, le « Cleanglow » et le « Phimax », résultent, en fait, d'improvisations grâce auxquelles des combustibles de premier choix sont produits dans des cornues à gaz existantes. Leur production a débuté il y a deux ans et a remporté un succès.

Dans le même ordre d'idées, le National Coal Board a produit le « Warmco », un nouveau combustible qui n'est pas repris au tableau II, du fait que sa production a seulement débuté en 1959. Le « Warmco » est un combustible de premier choix, produit dans des fours à coke existants, en carbonisant à température modérée une pâte à coke ayant fait l'objet d'une épuration poussée. Le « Warmco » est propre et réactif, il brûle brillamment et longtemps dans n'importe quel foyer ouvert et se ranime aisément. C'est un des plus denses des combustibles existants préparés pour les feux ouverts, mais, même ainsi, sa densité en vrac dépasse à peine la moitié de celle du charbon. Le National Coal Board envisageait de produire 170.000 tonnes de « Warmco » en 1959, ce qui est beaucoup pour la première année de lancement d'un nouveau combustible.

Quoi qu'il en soit, des procédés de cette sorte ne peuvent pas fournir une solution permanente pour la production de combustibles non fumeux de haute qualité. Les usines utilisées pour les produire étaient conçues pour d'autres buts et leur utilisation pour la production de combustibles domestiques est essentiellement une improvisation. Comme telle, elle est admirable et nécessaire, mais la considérer comme une solution à long terme nous condamnerait à la stagnation technique. Par exemple, nous ne pouvons pas espérer produire un combustible non fumeux de densité élevée dans les usines existantes, et ce seul fait entraverait tout progrès vers de meilleurs combustibles. Mais par dessus tout il y a des raisons économiques pour lesquelles nous ne pouvons improviser indéfiniment la fabrication de combustibles domestiques de premier choix dans les usines

existantes. Ces usines ont une faible capacité de production, ce qui signifie qu'elles sont actuellement très coûteuses à construire. Par exemple, de nouveaux fours à coke coûtent environ 9 £ (1260 FB) par tonne annuelle d'enfournement, ce qui correspond à un coût d'environ 12 £ (1680 FB) par tonne annuelle produite et à un coût de 18 £ (2520 FB) par tonne annuelle de combustible domestique produit dans les granulométries les mieux adaptées aux foyers ouverts. A cette échelle, les charges de capital pèseraient lourdement sur l'économie de la production du « Warmco », par exemple, si de nouveaux fours à coke devaient être construits spécialement pour cette fabrication.

### NOUVEAUX PROCÉDES

Si nous devons fournir au public des combustibles de premier choix en grande quantité et à des prix raisonnables, nous devons aborder le problème du traitement du charbon dans une voie radicalement nouvelle. Une nouvelle technologie est nécessaire pour transformer les charbons actuellement disponibles en grande quantité en ces combustibles que le public désire, et pour le faire économiquement. Cette nouvelle technologie doit satisfaire à trois conditions. Elle doit exiger de faibles investissements et permettre de grandes capacités de traitement : à cette fin, on doit utiliser les techniques modernes du génie chimique. Elle doit consommer les charbons actuellement disponibles en grande quantité, c'est-à-dire des fines à haut indice en matières volatiles, et cependant elle doit tirer de ces charbons à gaz un haut rendement en combustibles solides. Finalement, elle doit fournir ce que le public demande : un combustible commode, qui soit dense, brûle bien et reprenne aisément, et qui ne laisse pas une masse de cendres volantes.

Depuis quelques années, le National Coal Board a développé un programme de recherches pour satisfaire à ces trois conditions fondamentales. Je décrirai entièrement l'un des nouveaux procédés que nos recherches ont mis au point et que le National Coal Board développe, afin de montrer en détail comment ces conditions sont remplies.

Ce procédé utilise un charbon broyé à travers lequel on souffle de l'air à une température comprise entre 375 et 450° C. Quand de l'air est soufflé de cette manière à travers une poudre, le mélange se déplace et s'écoule comme un liquide et peut être manipulé aisément. C'est l'avantage physique de cette méthode de traitement des solides qui a été appelée, de façon imagée, un lit fluidisé. L'avantage chimique de la méthode est de permettre à l'air chaud d'atteindre en même temps toutes les particules de charbon, grâce à quoi le temps de traitement est court et le débit de l'installation élevé. Dans un lit fluidisé, nous exposons le charbon à l'air chaud

durant moins d'une heure, alors qu'un four à coke peut traiter sa charge pendant plus de 20 heures.

J'ai déjà mentionné que nous travaillons à des températures comprises entre 375 et 450° C. Ce sont de basses températures qui n'entraînent qu'une dévolatilisation partielle du charbon, alors que le four à coke, opérant à haute température et pendant longtemps, élimine à peu près tout le gaz. Partant d'un charbon à 40 % de matières volatiles, nous produisons dans le lit fluidisé un charbon pulvérulent partiellement cuit — ce que nous appelons un semi-coke ou « char » — et qui contient encore environ 25 % de M.V. Ceci donne à notre procédé deux avantages. En premier lieu, nous avons un haut rendement en semi-coke chaud — 85 % du poids de charbon traité dans le lit fluidisé. Et, en second lieu, quand le semi-coke est comprimé, nous obtenons un combustible agréable qui brûle avec une flamme attrayante et qui reprend particulièrement vite lorsqu'on rallume le feu après l'avoir laissé éteindre.

Ainsi, pour deux raisons, il y a avantage à laisser 25 % de M.V. dans le semi-coke qui sort du lit fluidisé. Mais, une question se pose avec évidence : un tel semi-coke sera-t-il non fumeux ? Un charbon qui contient 25 % de M.V. n'est pas non fumeux. L'étude des semi-cokes avec un résidu de M.V. a été faite par Piersol et a montré qu'ils peuvent être non fumeux. Notre travail de recherche dans ce domaine a été consacré au cas particulier du lit fluidisé et a montré que, dans ces conditions, du semi-coke non fumeux, à 25 % de M.V., peut être produit régulièrement, à partir d'une large gamme de charbons. Ainsi, le procédé technique repose sur une base scientifique, sur la mise en évidence quantitative des phases successives du dégazage d'un charbon fumeux. La découverte scientifique est la suivante : lorsque nous partons d'un charbon à 40 % de M.V., les 15 premiers pourcents qui sont éliminés sont les constituants fumeux. Les 25 pourcents qui subsistent ne sont pas fumeux et, de ce fait, un semi-coke fabriqué de la sorte est non fumeux et brûle encore avec une flamme brillante.

Le semi-coke qui sort du lit fluidisé est une poudre qui doit être comprimée en briquettes, en vue de son utilisation dans les foyers ouverts. Dans ce but, nous utilisons l'un des deux procédés techniques que nous avons imaginés. Ou bien nous comprimons le semi-coke avec un liant mixte constitué par un mélange de charbon cru et de brai ; aux environs de 400° C, ce mélange également ne contient plus d'éléments fumeux ; ou bien nous le comprimons directement, dans une presse spéciale, sans aucun liant, en utilisant sa plasticité pour obtenir la cohésion voulue. Cette technique est une application du procédé Shape d'agglomération sans liant, auquel nos services de recherche ont accordé une grande attention. Dans les deux cas, nous transformons le

semi-coke en agglomérés denses qui ressemblent à du charbon de bois, par leur aspect et par la flamme qu'ils produisent. Ainsi, en réalisant d'abord le semi-coke et en le briquetant ensuite, nous ne perdons aucun déchet comme cela se produit dans d'autres procédés. Tout débris et toute briquette cassée peuvent être rebroyés et recyclés pour être à nouveau briquetés.

Un autre procédé, pour la production de combustibles domestiques de premier choix, est en cours de développement au National Coal Board et je m'y référerai plus brièvement. Dans ce procédé, le charbon est tout d'abord briqueté, puis est exposé durant quelques heures à une atmosphère oxydante, à température modérée. La température et la durée de traitement dépendent du type de charbon et une exposition de 1 à 2 heures entre 200 et 300° suffit dans la plupart des cas. L'effet chimique de ce traitement est complexe tant sur le charbon que sur le liant ; c'est en partie un défumage du genre de celui que j'ai déjà décrit et en partie une oxydation et une polymérisation. Son résultat est de produire des briquettes défumées dont la teneur en M.V. peut atteindre 35 %, et de nouveau il fournit une production de briquettes entières, sans déchets.

Le mécanisme du briquetage joue un rôle important dans ces procédés et nous y avons consacré une

large part de nos recherches. Cela me mènerait trop loin de décrire cet important travail, qui a permis de réaliser l'agglomération sans liant de nombreux charbons et semi-cokes. Je désire seulement insister sur le fait que nos travaux de recherche sur le procédé Shape d'agglomération sans liant et sur d'autres nouveaux procédés de briquetage ont eu un intérêt fondamental, en nous mettant à même de produire des combustibles domestiques de premier choix, à partir du charbon bon marché et abondant qu'est le charbon fin. Le briquetage a une place essentielle dans le développement des procédés complets que j'ai décrits.

J'ai parlé des deux nouveaux combustibles de premier choix que le National Coal Board est en train de mettre au point : premièrement, les briquettes obtenues à partir de semi-coke produit en lit fluidisé et, en second lieu, des briquettes de charbon cru qui sont ensuite soumises à un traitement thermique modéré. Ces deux combustibles n'ont été produits jusqu'ici qu'à l'échelle expérimentale de quelques tonnes et les propriétés commerciales des combustibles ne peuvent être établies avec certitude que lorsque des usines pilotes ont été construites pour les produire. Le tableau IV contient néanmoins quelques chiffres relatifs aux performances de ces boulets expérimentaux. Ces chiffres se rapportent à des essais

TABLEAU IV.  
Performances du « Warmco » et de deux types d'agglomérés expérimentaux non fumeux  
(expérimentés suivant la norme britannique 3142 : 1959).

	Warmco	Agglomérés de semi-coke	Boulets défumés par oxydation	Exigences de la norme britannique	
				coke type L	coke type M
Densité en vrac (kg/dm <sup>3</sup> )	0,584	0,608	0,656	< 0,37	> 0,37
Temps mis après allumage pour atteindre 540 kcal/m <sup>2</sup> h (min)	35	23	28	37	45
Temps mis pour atteindre 945 kcal/m <sup>2</sup> h (min)	57	35	42	—	—
Temps mis pour atteindre à nouveau 945 kcal/m <sup>2</sup> h après le 1 <sup>er</sup> rechargement (min)	24	15	20	—	—
Temps mis pour atteindre à nouveau 945 kcal/m <sup>2</sup> h après le 2 <sup>e</sup> rechargement (min)	27	15	32	—	—
Radiation maximum après allumage (kcal/m <sup>2</sup> h)	1.590	1.540	1.550	1.080	1.080
Radiation maximum après 1 <sup>er</sup> rechargement (kcal/m <sup>2</sup> h)	2.020	2.060	1.650	1.215	1.080
Radiation maximum après 2 <sup>e</sup> rechargement (kcal/m <sup>2</sup> h)	2.020	2.110	1.660	877	810
Taux moyen de radiation (kcal/h)	2.440	2.530	2.180	—	—

Les essais résumés ci-dessus ont été réalisés dans le même laboratoire, dans les mêmes conditions, et les résultats sont comparables entre eux. Le mode opératoire est celui qui est prescrit par la norme britannique n° 3142 : 1959 — Combustibles solides non fumeux manufacturés pour usage domestique — 1<sup>re</sup> partie : Cokes pour foyers ouverts domestiques. C'est la seule norme britannique concernant les performances des combustibles non fumeux qui existe à l'heure actuelle.

réalisés suivant le mode opératoire prévu par les normes britanniques pour le contrôle des combustibles destinés aux nouveaux foyers ouverts améliorés. Le tableau IV donne les chiffres relatifs à l'autre combustible de premier choix que le National Coal Board produit déjà: le « Warmco ». On verra que notre but est de produire des combustibles dont les performances, en feu ouvert, soient de tout premier ordre. Il est donc inexact que le foyer ouvert est moribond parce qu'il est incapable de donner un feu vif sans fumer; tout au contraire, le feu ouvert peut brûler brillamment sans donner aucune fumée. Les briquettes de semi-coke et les boulets défumés satisfont aussi aux deux autres critères de « commodité »: ils sont propres et beaucoup plus denses que tous les autres combustibles de premier choix. A l'échelle expérimentale, nous avons fabriqué des briquettes de semi-coke avec une densité en vrac d'au moins 0,56 et des boulets défumés d'une densité en vrac supérieure à 0,64 kg/dm<sup>3</sup>.

Ces considérations montrent que le programme de recherche du National Coal Board, au cours des dernières années, a été bien conçu pour faire face à la demande d'un public plus exigeant et aux modifications du marché qui peuvent être prévues.

#### PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT

Le N.C.B. a maintenant établi un programme complet de développement en vue de mettre en application les résultats de ces recherches. Deux importantes usines pilotes pour deux procédés différents sont actuellement commandées et on escompte qu'elles produiront les premiers échantillons commerciaux de nos nouveaux combustibles pour éprouver la réaction du public au cours de l'hiver 1960-1961. L'une de ces usines est en construction à Birch Coppice dans la Division West Midlands; elle produira du semi-coke en lit fluidisé et l'agglomérera à l'échelle pilote de 5 t/h. L'autre est conçue pour le traitement thermique des boulets à la même échelle; elle sera probablement érigée à Graigola dans la Division Sud-Ouest.

Le National Coal Board produit déjà une série de combustibles non fumeux de haute qualité, parmi lesquels l'anhracite naturel et le quart-gras sec du Pays de Galles, la Phurnacite et, pour le foyer ouvert, le nouveau produit: Warmco. Le N.C.B. se propose de réserver une part du marché à ces combustibles et de se laisser guider par la demande du public pour introduire les combustibles de premier choix produits par ses nouveaux procédés. Il entre dans les intentions du N.C.B. d'expérimenter ces procédés techniquement et commercialement avant 1965. Le N.C.B. estime que ceci exigera un taux de production annuel d'au moins un million de tonnes des nouveaux combustibles, avant 1965. Il n'est pas actuellement possible de prédire la production totale

au-delà de 1965, car la réceptivité du marché pour ces nouveaux combustibles, au prix auquel ils pourront être économiquement vendus, reste encore à déterminer. C'est l'un des principaux objectifs des usines pilotes dont j'ai été chargé d'assurer le développement. Il entre dans les intentions du N.C.B. de développer, avant 1965, la production de ces usines pilotes jusqu'à l'échelle commerciale, aussi rapidement que le marché l'exigera.

En adoptant cette politique, le N.C.B. ne mise pas sur un seul combustible ou sur un seul procédé. D'une part, les procédés nouveaux doivent encore être mis en compétition l'un avec l'autre et avec les procédés existants. D'autre part, le Board estime que toute une variété de nouveaux combustibles seront nécessaires pour satisfaire aux exigences d'épuration de l'atmosphère et pour utiliser les charbons dont ils existe un large approvisionnement dans les diverses régions du pays. Les nouveaux combustibles du N.C.B. ne seront vraisemblablement pas également acceptables pour tous les usages et le domaine propre à chacun d'eux ne sera découvert que par le développement rapide d'une production à échelle limitée, ce qui est actuellement en cours.

#### MONTANT DES INVESTISSEMENTS

Un dernier mot sur le coût de ces développements. J'estime que des usines commerciales utilisant l'un ou l'autre des deux nouveaux procédés décrits coûteront moins de 7 £ (980 FB) par tonne annuelle produite. L'intention du N.C.B. étant d'atteindre un rythme de production annuelle d'au moins 1 million de tonnes d'ici 1965, ceci conduit à une dépense de l'ordre de 7 millions de livres (980 millions FB) pour la construction des usines. De plus, si l'on voit que la demande du public se développe, d'ici 1965, on doit prévoir qu'un second investissement du même ordre devrait être décidé en cours de construction. A ceci, il faut ajouter le coût des usines pilotes et des autres travaux de développement. Le N.C.B. investira donc dans ses nouveaux procédés de production de combustibles non fumeux de premier choix, une somme dont le montant prévisible est de 10 millions de livres d'ici 1965, et qui pourrait approcher les 20 millions de livres.

La demande du public ne concernera pas uniquement les combustibles de premier choix et la demande actuelle pour ces combustibles n'est qu'une fraction de la demande totale. Il est dans la nature des choses que les combustibles de premier choix soient plus chers que les autres et, en dépit de leur commodité, on peut prévoir une certaine réticence de la clientèle à payer le supplément de prix, aussi la demande pour les combustibles non fumeux les moins chers subsistera-t-elle longtemps. Cependant, cette tendance vers le « bon marché » est jusqu'à un

certain point à courte vue et ne repose pas sur une estimation exacte du budget ménager. Le supplément de commodité et le meilleur rendement thermique obtenus avec les combustibles de premier choix sont bon marché. J'ai déjà fait observer que le chauffage est un poste peu important dans le budget ménager moyen de la nation : en fait, le chauffage et l'éclairage n'interviennent ensemble que pour 5 1/2 % dans l'index du coût de la vie. Le coût du charbon domestique, à Londres, est approximativement de 8 d par therm (1,87 FB/10.000 kcal) et le coût des combustibles de premier choix pour foyer ouvert est de l'ordre de 10 d par therm (2,35 FB/10.000 kcal). Dès lors, si tous les usagers du pays, hors des zones noires aussi bien qu'à l'intérieur de ces zones, adoptaient les combustibles de premier choix, leur note de chauffage augmenterait d'un quart et il en résulterait une hausse du coût de la vie de moins de 1 pourcent.

Du point de vue national, le coût de l'élimination de la fumée des foyers ouverts n'est pas élevé. Toute-

fois, si nous voulons stimuler la demande pour les combustibles non fumeux et tirer profit du mouvement qui a commencé à se manifester au cours des quatre dernières années, nous devons maintenir leur prix aussi bas que possible. C'est pourquoi j'ai insisté sur les nouveaux combustibles produits par de nouveaux procédés dans de nouvelles usines. La production de combustibles non fumeux demande une étude aussi scientifique que celle des huiles ou de l'électricité. Nous devons appliquer toutes les méthodes de la technologie moderne pour valoriser nos charbons abondants, les traiter par des procédés continus et à grands débits et obtenir un haut rendement en combustibles solides, denses, réactifs, non fumeux et propres. C'est seulement si nous remplissons ces conditions précises que nous pourrions lutter avec un succès durable contre la concurrence des huiles ou de l'électricité. Je crois que le travail de développement du N.C.B., dans le domaine des combustibles non fumeux, se conforme à ces normes fondamentales de progrès technique et économique.

## Sélection des fiches d'Inichar

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

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

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

### A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 21

Fiche n° 25.461

K. TASCH. Gleichzeitiges Auftreten von Braun- und Steinkohle an einem mineralisierten Baumstamm aus dem Ruhrkarbon. *Présence simultanée de charbon et lignite sur un tronc d'arbre fossile de la Ruhr.* — Glückauf, 1959, 7 novembre, p. 1464/1465, 4 fig.

Lors du fonçage du puits Prosper 9 de la Rhein-stahl Bergbau situé entre Bottrop et Kirchhellen, on a trouvé dans le toit de la couche Hagen 1 du faisceau de Dorsten (Westphalien C au-dessus du niveau de Maurage) plusieurs troncs d'arbres minéralisés. Le plus grand mesurait  $28 \times 15,5 \times 15$  cm et pesait 16 kg. L'écorce était houillifiée sous forme de vitrain, sous cette écorce cependant, il y avait plusieurs autres épaisseurs d'écorce en lignite brun, concentriques. Les mêmes observations ont été faites sur les autres échantillons plus petits. Le lignite était tendre, aisément rayable avec trace brune, le charbon ne se distinguait pas du vitrain ordinaire. Une analyse chimique des deux écorces donne respectivement : eau : 2,55 et 3,49 ; cendres : 44,7 et 7,85 ; matières volatiles : 65,0 et 34,8 ; soufre : 2,91 et 2,56, ce qui confirme complètement la première impression, encore confirmée par l'examen microscopique sur surfaces polies. La cendre du lignite est presque exclusivement composée de carbonates. Immergés dans l'huile de cèdre, selon M. Mackowsky, le lignite a un pouvoir réflecteur de 0,63 % et le charbon de 0,81 %. Le traitement par un agent corrosif a donné de la Collinite pure pour le lignite et

de la Telinite avec de la Collinite dans les pores pour le charbon. Les deux parties si proches ayant nécessairement supporté les mêmes pressions et températures, le phénomène est assez inexplicable. Peut-être la minéralisation différente des deux parties : schiste à l'extérieur et sidérose à l'intérieur, a-t-elle eu un effet déterminant ?

IND. A 24

Fiche n° 25.712

K. BURGER. Untersuchungen über den petrographischen Fazieswechsel der Tonsteinlage des Flözes Karl 2 der Bochumer Schichten. *Etude sur les variations de faciès pétrographique du Tonstein de la couche Karl 2 du faisceau de Bochum.* — Geologisches Jahrbuch, vol. 75, p. 591/628, 9 fig., 2 pl.

Les études systématiques entreprises sur les matériaux des couches et des épontes dans le cadre de la mise sous archive des couches ont entraîné l'examen de nombreux échantillons de tonsteins. Cela a permis des études stratigraphiques minéralogiques et génétiques. En vue d'expliquer les variations de faciès, en 1947 déjà, Hoehne a fait un travail sur les variations de tonstein de la couche Karl 2. De ces échantillons signalés plus haut, on a fait des surfaces polies et des coupes minces étudiées spectroscopiquement, chimiquement, optiquement et par contraste de phase. Les méthodes pétrographiques et minéralogiques décelèrent 5 types de tonstein qu'on a suivis sur une distance de 3,5 km environ. Ainsi, on a découvert pour la première fois les variations de faciès horizontal et vertical dans un espace limité. Elles sont en relation avec les variations de faciès des bancs encaissants et en premier lieu des condi-

tions de formation et de fossilisation pendant la période chimico-sédimentaire. Ces variations excluent absolument le concept d'une formation des tonsteins par voie volcanique comme certains l'avaient cru d'abord. Elles concordent par contre avec les vues de K. Hoehne, A. Schüller etc.

IND. A 2543

Fiche n° 25.413

**C. HAHNE.** Das fazielle Verhalten der Flöze Präsident, Dickebank und Sonnenschein der unteren Bochumer Schichten im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebiet nach neuartigen Struktur- und Fazieskarten. *Les variations de composition et d'allure des couches Präsident, Dickebank et Sonnenschein du faisceau inférieur de Bochum en Rhénouestphalie d'après les cartes récentes de structure et de faciès.* — **Glückauf**, 1959, 24 octobre, p. 1374/1377, 3 pl.

Après un travail de plusieurs années, l'identification du faisceau de Bochum (West. A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>) est à peu près terminée dans tout le bassin, spécialement pour les trois couches citées. Elles se laissent particulièrement bien distinguer parce qu'elles sont séparées par deux niveaux marins et des stampes assez épaisses, ce qui n'est pas toujours le cas pour les couches supérieures. Dans certaines mines cependant, la dénomination a varié : Präsident par exemple s'appelle Johann dans la région de Concordia; Friedrich Thyssen et Westende; Dickebank par contre se scinde en deux couches et la supérieure (Dickebank 1) est souvent prise pour Angelika; Sonnenschein est suffisamment caractéristique, du moins dans la Ruhr ouest et centrale; à l'est, les noms varient assez bien; des tableaux synonymiques sont donnés. On a ainsi pu suivre pas à pas ces trois couches sans risque d'erreur et présenter trois cartes particulièrement intéressantes. On constate, dans toutes les trois, un bassin d'enrichissement au nord de Bochum, plus ou moins dans l'alignement du synclinal d'Essen, sans cependant se superposer dans les trois couches, et par contre des zones d'appauvrissement à l'extrême W. Les compositions sont relevées en maints endroits avec axes de plissements et failles transversales. Des colorations différentes permettent une vue d'ensemble.

Bibliographie.

IND. A 45

Fiche n° 25.618

**F. WENDT.** Anwendung der Seismik im Steinkohlenbergbau. *Application de la prospection sismique aux exploitations charbonnières.* — **Bergfreiheit**, 1959, p. 331/337, 9 fig.

La société Seismos de Hanovre a, depuis 1935, réalisé un grand nombre de prospections sismiques, non seulement en Allemagne mais aussi en Hollande, dans le nord et le centre de la France, ainsi qu'en Campine belge où le travail a duré 32 mois (cf. f. 24.863 - A 25421).

Description du procédé : a) méthode par réfraction (la plus ancienne) décrite par L. Mintrop - b) méthode par réflexion qui utilise le principe du sondage par écho : un coup de mine émet une onde qui se réfléchit sur les différentes surfaces de discontinuité en profondeur et est enregistrée plusieurs fois en différents points de la surface, avec des retards qui permettent de localiser ces surfaces de réflexion : la réception se fait dans des géophones disposés tous les 25 m sur des rayons partant du point d'explosion. Vues et interprétation de diagrammes relevés dans le Bas-Rhin et dans la Ruhr, ainsi que dans la région d'Aix-la-Chapelle et la Campine.

Plan indiquant les épaisseurs du triasique et du permien, ainsi que les dérangements dans la concession d'une mine du Bas-Rhin.

## B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 114

Fiche n° 25.415

**D. WOLANSKY.** Neuere geologische Untersuchungen über das Gebirgsverhalten beim Schachtabteufen, besonders bei Anwendung des Gefrierverfahrens. *Nouvelles recherches géologiques sur le comportement des terrains au fonçage des puits, spécialement pour le procédé de congélation.* — **Glückauf**, 1959, 24 octobre, p. 1388/1391, 5 fig.

La section géologique de l'Association Charbonnière Westphalienne, depuis des dizaines d'années, analyse les renseignements fournis par les creusements de puits et les sondages à travers les morts-terrains. Il en est résulté de nombreux renseignements utiles concernant les séries rencontrées, l'enchaînement stratigraphique, la puissance, le développement, le régime des eaux, leurs localisations, l'influence tectonique, etc... ainsi que l'utilisation de ces observations pour les besoins éventuels du mineur et du fonceur de puits. L'article utilise les renseignements rassemblés par Wolansky sur une carte en couleur de 30 × 70 cm du bassin de la Ruhr, portant notamment les fonçages et sondages des 20 dernières années. Quelques exemples du triasique inférieur, du jurassique inférieur et du tertiaire sont analysés.

IND. B 12

Fiche n° 25.652

**K. WERNER.** Temperatur und Dehnungsmessungen in einem Gefrierschacht. *Mesures d'allongement et de température dans un puits congelé.* — **Bergbau Archiv**, n° 1/2, 1959, p. 1/32, 25 fig.

Au sujet des mesures à effectuer et de la détermination du soutènement des puits en terrains congelés, il existe de grandes divergences dans les opinions des spécialistes. Les bases du calcul reposant sur des hypothèses, on ne voit pas a priori comment réduire ces divergences. D'autre part, anciennement on comptait sur la stabilité des massifs de protection,

actuellement pour des raisons d'économie et par suite de la grande extension de ces massifs, on envisage souvent leur exploitation dans le cas des nouveaux puits à construire. Les anciennes observations ne suffisent donc plus et on doit recourir à de nouvelles mesures. Données générales sur le puits creusé par congélation de Kapellen - localisation - caractéristique des matériaux : fonte béton - durée des passes de creusement. Appareils et méthodes générales de mesure - convenance et précision des mesures - construction de l'installation de mesure - utilisation des résultats - mesures de température - mesures d'allongement - Variation des tensions pendant la congélation, pendant le dégel et après - Degré d'irrégularité - Conséquences des mesures - Appréciation des procédés de calcul des soutènements - Données pour l'établissement des revêtements futurs. Résumé.

IND. B 24

Fiche n° 25.532

S. SANDER. Die Bergeversorgung einer Schachtanlage mit Hilfe von Rollöchern. *Service des pierres par trou de sonde de grand diamètre*. — Glückauf, 1959, 21 novembre, p. 1489/1500, 26 fig.

A la mine Bergmannsglück de la Sté Hibernia, on exploite 3 quartiers : Polsum en dressant et les chantiers du centre et du sud en plateures, la plus grande partie de la production vient des plateures. Le remblayage complet est passé de 35,5 % en 1953 à 87,4 % en 1958 ; actuellement pour une extraction de 3.543 t, on remet 3.333 t de pierres en tailles, la mine n'en produisant que 1.130 en moyenne, on doit se procurer au moins 1.600 t de l'extérieur. Du côté de Polsum, les niveaux sont à 915 et 600 m, les pierres sont descendues à ce niveau, il reste quelques blocs au niveau supérieur où l'on élève les pierres par un puits intérieur et les conduit jusqu'en tête de tailles par un convoyeur Hemscheidt.

Les chantiers du Centre et du Sud exploitent les couches Dickebank, Wasserfall et Sonnenschein, principalement entre les niveaux de 500 et 830 m (3° et 4° étages). Anciennement, les pierres étaient descendues par des puits intérieurs du 3° niveau aux niveaux intermédiaires et conduites par berlines jusqu'à un silo d'où un convoyeur à bande les reprenait pour les distribuer aux remblayeuses pneumatiques. Cette disposition ne permettait guère de remblayer plus de 450 à 500 t/jour de pierres. En 1955, on a creusé le premier puits intérieur avec un trou de sonde de grand diamètre : pendant ce travail, on a constaté que les pierres s'évacuaient très facilement de sorte qu'on a pensé qu'il serait économique d'utiliser des trous de sonde de 270 à 406 mm pour la descente des remblais (prix respectif 65 et 177 DM/m), 4 sont déjà en service ; l'installation comporte en plus : un culbuteur rotatif (23.400 DM) et une trémie au fond du sondage (51.260 DM), l'équipement électrique (4.800 DM) soit environ 108.100 DM pour 208 m.

Des détails sont donnés sur les trémies avec pièces de choc, les grilles sous culbuteurs, les appareils électroniques de signalisation, les tubes garnis intérieurement de rails jointifs pour supprimer une recette intermédiaire. Planning pour 9 trous de sonde de grand diamètre. Prix de revient comparatif à la tonne de pierres par puits intérieur (34,7 Pf) et trou de sonde (9,2 Pf).

IND. B 30

Fiche n° 25.411

H. MIDDENDORF. Das Abteufen von Strecken im westdeutschen Steinkohlenbergbau. *Le creusement des galeries dans les charbonnages de l'Allemagne de l'Ouest*. — Glückauf, 1959, 24 octobre, p. 1341/1357, 23 fig.

En Allemagne de l'Ouest, on doit annuellement creuser 300 km de boueux et 1.200 km de galeries en couches. Pour cela, on doit creuser 24 M m courants de mines et utiliser environ 16 M kg d'explosifs. Environ 16 % du personnel du fond sont occupés à ces travaux. Le chargement mécanique par pelles à bennes est réalisé à 85 % en boueux et pour 19 % seulement en couches. On va vers les chargeuses sur chenilles. Le forage donne de bons résultats tant avec les perforateurs semi-lourds qu'avec les machines rotopercutantes, les dispositifs de support des machines de forage ont encore des progrès à réaliser.

Malgré la gêne des prescriptions de sécurité, la technique du tir conserve des possibilités d'accroissement du rendement. Le soutènement des galeries est presque partout nécessaire et exige un supplément de 30 à 50 % sur les galeries sans revêtement. La ventilation des travaux préparatoires est bien évoluée, l'électrification fait réaliser des économies. Un avancement économique des galeries est conditionné par une planification systématique et par une organisation conforme aux bases de l'étude des méthodes. Avec l'équipement actuel, on obtient des prestations de 2 à 4 m<sup>3</sup> en place de roche par homme-poste. Les machines de creusement continu en roche avec chargement sont encore au stade des recherches.

Au cours de l'article, l'auteur signale les points à l'ordre du jour : pelles chargeuses sur pneus à trémies - pelles ramasseuses - perforatrices sur chenilles - l'accroissement de la vitesse de forage avec la pression - l'inconvénient des variations d'inclinaison de la béquille - l'étude des taillants - les ventilateurs en canars à haut rendement - le boulonnage.

IND. B 33

Fiche n° 25.535

F. KINZER. Die Verwendung von Schrämmaschinen beim Streckenvortrieb. *L'emploi des haveuses pour le creusement des galeries*. — Glückauf, 1959, 21 novembre, p. 1516/1518, 4 fig.

Une source de soucis dans la mine provient des préparatoires en charbon : chassages, montages ou voies de tête ; on y recherche le plus grand avance-

ment possible tout en tenant compte d'une utilisation limitée du matériel. C'est pourquoi à Luisenthal, on a recours à une haveuse ordinaire adaptée à la réalisation de ces travaux. Il fallait trouver un dispositif pour faire tirer la haveuse à reculons. A cet effet, sous la haveuse sont fixés deux guides renforcés en cornières s'emboîtant dans un chemin de glissement en rails d'une longueur dépassant d'environ 4 m celle de la haveuse. A environ 2 m de l'extrémité, une poulie de renvoi est attachée à ce chemin de roulement et, à l'autre extrémité, est fixé un treuil indépendant avec son moteur. Le câble ou la chaîne a ses deux brins attachés à la haveuse et l'un des deux passe par la poulie de renvoi ; pendant qu'un brin se déroule, l'autre s'enroule et la haveuse avance ou recule selon le sens de marche. On abat le charbon en balayant le front avec le bras oscillant, ensuite, on charge le charbon sur un convoyeur à raclette en battant en retraite avec le bras de la haveuse rabattant vers le convoyeur. Dans les forts pendages, pour creuser un montage et bien que le poids de la haveuse soit en général suffisant pour assurer la stabilité, on place comme précaution supplémentaire un étau arc-bouté au toit sur le bout arrière de la haveuse. Divers cas d'application sont représentés.

IND. B 4110

Fiche n° 25.653

**A. WIESNER.** Ueberlegungen zur Bemessung der Strebelänge und des Abbaufortschrittes in flach gelagerten Steinkohlenflözen. *Considérations sur le choix de la longueur de taille et de l'avancement dans les gisements plats.* — *Bergbau Archiv*, n° 1/2, 1959, p. 33/57, 22 fig.

Après un bref rappel des théories sur les pressions de terrain, notamment de MM. Labasse et Kegel, l'auteur examine : le comportement des terrains pendant l'exploitation - l'influence de la longueur de la taille - le dégagement du grisou - la formation des poussières - l'intérêt croissant de la mécanisation avec le relèvement des salaires - l'influence des dérangements géologiques - le recours aux méthodes rabattantes. Des diagrammes sont établis et des formules recherchées pour l'établissement des prix dans diverses conditions d'abattage, de déblocage et de soutènement pour des longueurs de tailles et des avancements journaliers spécifiés.

**Conclusions :** presque à tous les points de vue de la sécurité (pressions de terrain, grisou, poussières, surveillance), l'avantage va à la courte taille, elle s'accommode bien d'un grand avancement.

Comme, en ouvertures moyennes et grandes, les grands avancements sont difficilement réalisables en taille chassante, on se retourne vers les tailles rabattantes (quand la profondeur le permet). La mécanisation s'accommode bien des grands avancements, les anciens modes de soutènement sont une cause de

freinage. Les calculs montrent qu'il y a une longueur optimum de taille pour un avancement donné : plus la mécanisation est poussée, plus la longueur peut être faible. Le coût du creusement des galeries contribue beaucoup à l'allongement des tailles. Avec des ouvertures de 1,20 m à 1,60 m, les longueurs optima pour le rabot vont de 155 à 265 m et pour la haveuse de 150 à 280 m. On constate aussi qu'un écart de 50 à 75 m n'entraîne guère qu'une variation de prix, par m<sup>2</sup>, de 0,7 DM/m<sup>2</sup> ou 0,35 DM/t de sorte qu'on peut s'en tenir à des longueurs de taille de 140 à 160 m.

IND. B 420

Fiche n° 25.766

**X.** Probleme der Kostensenkung im Steinkohlenbergbau. *Les problèmes de l'abaissement des prix dans les mines de charbon.* — *Schlägel und Eisen*, 1959, décembre, p. 806/808.

Le 6 novembre 1959 s'est tenue à Essen une conférence des spécialistes des dressants avec 800 participants. Le Dr Hoevens, après les salutations d'usage, note que 60 % des réserves de la Ruhr sont dans les dressants et qu'ils ne participent que pour 30 % à la production. Le Dr Wussaw parle de la mécanisation en dressant, il insiste sur la nécessité d'abaisser le nombre de personnes utilisées au soutènement et au remblayage. Le Dr Messerschmidt a traité du soutènement et le Dr Jahns a donné un aperçu des essais effectués à la mine Constantin à l'heure actuelle pour stabiliser la pression des remblais. Le Dr Müller a mis l'accent sur l'importance de l'accélération du creusement des voies d'exploitation en synchronisme avec celui des tailles. Le Dr Mieles a parlé du taylorisme et de l'organisation et l'lr Maurer de ses impressions sur les dressants du Donetz, spécialement au point de vue abattage hydraulique.

En résumé, la crise actuelle impose impérieusement un abaissement des prix de revient. Aux E.U., de 1948 à 1958, on a trouvé moyen de faire passer le rendement de 6,5 t à 12 t. Le prix du charbon est pratiquement resté inchangé, alors que le salaire horaire du mineur est passé de 1,08 à 3,86 \$. Cette stabilité lui assure une place garantie dans la satisfaction des besoins en énergie. Si les mines allemandes n'ont pas des conditions géologiques aussi favorables, elles ont à faire face à la même concurrence qui vraisemblablement n'en est pas encore à son point maximum. Jusqu'à présent, les dressants étaient avantagés par la facilité du transport en taille, mais soutènement et remblais compensent largement : il faut mécaniser l'abattage en dressant avec de longues tailles. Des études en 1957 ont montré que l'économie d'un ouvrier permet d'investir 35.000 à 40.000 DM. Donc sur un chantier de 100 ouvriers, l'économie de 15 hommes paye un investissement de 5 à 600.000 DM.

IND. B 61

Fiche n° 25.478

**E. SARAPUU et R. WOELBIER.** Die Untertagevergasung von Kohle nach dem Elektroverfahren. *La gazéification souterraine du charbon par le procédé électrique.* — *Bergbauwissenschaften*, 1959, 20 octobre, p. 479/492, 17 fig.

Les réactions thermo-chimiques de la combustion du charbon - la conductibilité électrique du charbon - recherches de laboratoire - propriétés du gaz produit dans la gazéification souterraine - les essais de Gorgas dans l'Alabama - évolution de la zone de combustion - agent de gazéification.

Résumé : la gazéification du charbon par le procédé électrique fait le sujet de l'exposé. Les recherches de laboratoire ont montré qu'une couche de charbon peut servir de conducteur entre deux électrodes. Jusqu'à présent, le maximum d'écart convenable entre les 2 électrodes est de 50 m. La résistance spécifique du charbon diminue quand la température augmente et il s'établit un courant. La cokéfaction qui en résulte laisse un charbon poreux et fissuré jusqu'à la formation de canaux permettant d'y insuffler un agent de gazéification. Selon que l'on insuffle de l'air, de la vapeur d'eau ou de l'oxygène, on recueille du gaz de gazogène, du gaz à l'eau ou du gaz de synthèse. Avec l'air, on obtient un gaz donnant 800 à 1.000 kcal/m<sup>3</sup> utilisable seulement dans une centrale.

Bien que le but final soit la récupération de l'énergie des couches inexploitable, les recherches doivent d'abord porter sur des couches pas trop minces, d'au moins 1 m d'épaisseur.

On sait très peu jusqu'à présent sur l'économie du procédé, l'application n'ayant pas dépassé le stade semi-industriel. L'évolution du procédé n'est pas terminée ; après de nombreuses recherches en laboratoire, de nouvelles recherches au chantier sont prévues aux E.U. Bibliographie : 283 références.

### C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. C 2210

Fiche n° 25.654

**H. WAHL, G. KANTENWEIN et W. SCHAEFER.** Gesetzmäßigkeiten beim Gesteinsbohren. Modellversuche zur Frage des Drehbohrens, Schlagbohrens, Drehschlagbohrens und Rollenmeißelbohrens. *Précisions apportées par des essais sur modèles dans les questions de forage rotatif, percutant, roto-percutant et par tricônes.* — *Bergbau Archiv*, n° 1/2, 1959, p. 58/90, 31 fig.

Description d'essais sur échantillons de roches dures (Syénite de Seussen et une quinzaine d'autres grès et psammites typiques) attaquées par forage rotatif, percutant, roto-percutant et tricônes pour préciser un certain nombre de lois. Le 1<sup>er</sup> chapitre traite des tâches envisagées, procédés, déroulement des essais et matières essayées. Le 2<sup>me</sup> traite des essais pré-

liminaires avec des taillants coniques en acier spécial à la surface des roches, tant par rotation que par percussion, en vue spécialement d'étudier le problème de l'usure et éventuellement de l'ébrèchement et de la fissuration des outils, en outre on a précisé le chiffre caractéristique de la résistance à l'usure des nombreuses roches. Le 3<sup>me</sup> chapitre traite des essais principaux ; c'est au cours de ceux-ci qu'on a développé un nouveau dispositif pour tous les types de forage qui imite d'aussi près que possible les conditions de la pratique et fore des trous profonds dans la roche. Pour chaque procédé de forage, on a déterminé les influences qui agissent sur la vitesse d'amorçage, la vitesse moyenne de forage et l'usure spécifique, on a ainsi réuni en quelques pages de nombreuses courbes d'influence. On a vérifié qu'elles cadraient bien avec les chiffres de la pratique. La nature de la roche revêt une très grande importance. On a pu traduire en chiffres l'usure spécifique pour chaque mode de forage. Ces chiffres restent proportionnels pour les diverses roches. La concordance est particulièrement frappante, pour le forage roto-percutant, entre l'énergie de forage et la vitesse d'amorçage. Forme de l'outil, matière du taillant, arrosage et autres influences secondaires ont aussi été précisés. Le 4<sup>me</sup> chapitre donne les conclusions des essais.

IND. C 231

Fiche n° 25.604

**J. BOUCART.** Le dégagement d'oxyde de carbone dans les tirs à l'explosif. — *Explosifs*, n° 3, 1959, p. 96/108.

La réaction qui, dans un tir à l'explosif, libère de l'oxyde de carbone, est influencée par 5 facteurs : quantité de travail, densité de chargement, nature de l'explosif, nature de la roche, nature de l'emballage.

Le premier, le plus important, varie suivant la nature de l'explosif : explosifs sous-oxygénés ou équilibrés et suroxygénés.

Après un examen détaillé de chacun des cinq facteurs, l'auteur envisage les réactions secondaires, dissociation etc...

Cette étude ainsi que les résultats de quelques expériences, montrent la complexité du phénomène de développement du CO lors des tirs.

L'auteur termine par une comparaison de différents explosifs au point de vue de leur pourcentage en volume d'oxyde de carbone dégagé.

IND. C 234

Fiche n° 25.586

**R. McCORMICK et E. PARTINGTON.** Blasting techniques in mines. Application of recent developments. *Application de progrès récents dans la technique du tir des mines.* — *Iron and Coal T.R.*, 1959, 6 novembre, p. 765/772, 5 fig.

L'article mentionne l'élaboration d'une série d'explosifs de sûreté et leurs caractéristiques et notamment d'explosifs à sécurité renforcée visant à satis-

faire aux essais au mortier de tir en rainure d'angle. Explosifs à échange d'ions. On rappelle ensuite le procédé Hydrox et on passe en revue plusieurs accessoires de tir : le cordtex, mèche étanche d'amorçage, les détonateurs à court délai, les détonateurs hydrostar pour le tir sous l'eau, les explodeurs de types perfectionnés, les câbles de minage de sécurité, les joints isolants pour milieux humides, etc...

On énonce ensuite certains principes valables pour la mise à feu des séries de mines afin d'éviter les ratés dans les fonçages, puis on mentionne l'emploi des ampoules d'eau dans les trous de mines pour lutter contre la poussière.

L'article décrit ensuite les techniques actuelles de tir en charbon, l'application de l'infusion propulsée. Il envisage aussi le tir en bosseyement, en galerie de travers-bancs et enfin en fonçages de puits (couplage en parallèle). Il indique les tendances récentes dans l'utilisation des explosifs de types nouveaux et des méthodes de tir nées des résultats de l'expérience.

IND. C 4222

Fiche n° 25.782

J. McFARLANE et J. WEAVER. The rapid plough in the West Midlands. *Les rabots rapides dans les West Midlands*. — *Colliery Guardian*, 1959, 24 décembre, p. 647/654, 1 fig.

Les rabots rapides, introduits en Angleterre en 1952, sont maintenant au nombre de 67 et leurs avantages en facilité d'abatage, production de gros, contrôle du toit, etc... sont appréciés.

Les limites d'emploi ont été élargies et les couches les plus riches en matières volatiles sont rabotables. La rabotabilité est déterminée par plusieurs procédés : essais donnant l'indice de résistance au choc (Impact strength index), essais au pénétromètre, etc...

L'équipement des rabots rapides a progressé : des perfectionnements ont été apportés au mécanisme de traction, à la disposition des couteaux, aux mécanismes hydrauliques qui fournissent la poussée.

L'article fournit une documentation sur l'application des rabots rapides dans la Division du West Midlands où 10 installations récentes ont produit environ 400.000 tonnes avec un rendement de 6.500 kg. Pour différentes couches, les rendements, courbes de convergence, conditions d'emploi, etc... montrent la souplesse, les avantages en matière de contrôle du toit et les variétés d'application du système.

IND. C 4231

Fiche n° 25.575

F. KORFMANN. Einsatz und Betriebserfahrungen nach über 1 1/2 jähriger Laufzeit des « Dosco Miner » in einem 2 m mächtigen Flöz auf einer linksrheinischen Schachanlage. *Mise en service et expérience après plus d'un an et demi du « Dosco Miner » dans une couche de 2 m d'un siège de la rive gauche du Rhin*. — *Schlägel und Eisen*, 1959, octobre, p. 616/618, 4 fig.

Couche où dès 1941 on a essayé la mécanisation de l'abatage ; rappel des tentatives rendues difficiles par le toit ébouleux, les venues d'eau et les accidents géologiques. Choix d'une taille de 180 m prise en rabattant pour essayer le « Dosco Miner », en ce cas à 7 chaînes de havage ; plan adopté pour le soutènement ; niches de retournement évitant le retour à vide.

La vitesse de coupe (profondeur 1,6 m) a permis de couvrir la taille en 10 h. Travail en 4 postes (2 au charbon, 1 à la récupération du soutènement avant foudroyage, 1 au ripage). Production 790 t/jour. Rendement abatage 23 t/ouvrier-poste ; taille : 13,0 t/ouvrier-poste, quartier 9,3 t/ouvrier-poste, chiffres extrêmement élevés pour une couche difficile.

A la suite des essais, on a adopté le dispositif de la N.C.B. (Bretby) à deux chaînes de havage parallèles au lieu de 7 ; modification au renvoi des chaînes, ce qui a réduit l'usure. A signaler quelques difficultés dans les tuyaux d'huile, mais le système hydraulique a bien fonctionné. Il faut visiter et entretenir le « Dosco Miner » avec soin, ce qui exige 2 spécialistes pendant 1 poste.

(Résumé Cerchar Paris).

IND. C 43

Fiche n° 25.412

H. SANDER. Betrachtungen zur Mechanisierung der Gewinnung in steilgelagerten Steinkohlenflözen. *Considérations sur la mécanisation de l'abatage en gisements inclinés*. — *Glückauf*, 1959, 24 octobre, p. 1358/1365.

Du fait qu'on a mis au point les cadres de soutènement et de nouveaux procédés de remblayage, l'abatage mécanique en dressant est devenu beaucoup plus facile. Il est souvent alors très avantageux de renverser la taille avec le soutènement au-dessus : ce procédé est un peu contraire aux habitudes, mais ne présente plus de difficultés, ayant été techniquement mis au point, et présente au contraire les avantages suivants : le charbon s'écoule en toute sécurité - la machine est indépendante du soutènement et agit par son poids, il y a économie de personnel auxiliaire - le soutènement peut avancer derrière la machine en le plaçant avec une tension de pose appropriée, on assure sa sécurité - la largeur d'allée ne dépend plus que de la consistance des épontes - en charbons maigres, le rendement en gros, plus élevé, est très estimé - la longueur de taille et le cubage abattu par allée augmentent avec le déversement.

L'article décrit en détail un rabot à chaîne abattant dans les deux sens de marche et pourvu de 5 couteaux en 2 lignes, basculant automatiquement avec le changement de sens de marche, des ressorts de poussée sur les couteaux extrêmes et des patins de guidage assurent l'enlèvement complet de la couche, ce qui est particulièrement important ici.

L'adaptation de l'abatteuse à tambour aux dressants (Eickhoff) est aussi signalée avec un espace convenable des couteaux pour assurer le rendement en gros et éventuellement une barre d'abattage supplémentaire au toit quand le charbon rogne.

Bibliographie.

IND. C 5

Fiche n° 25.473

X. Hydraulische Kohleförderung und Gewinnung in der Sowjetunion. *Abattage et transport hydrauliques du charbon en U.R.S.S.* — *Fördern und Heben*, 1959, octobre, p. 641/645, 5 fig.

Mine du bassin du Donetz dans la région de Lugansk, la mine Janov a un gisement d'antracite de 14 km de longueur et 1,4 à 1,7 km sur la pente avec 4 couches exploitables de 55 cm à 1,48 m et une pente de 40 à 70°. Les réserves géologiques atteignent 120 M t dont 90 récupérables. L'extraction a été fixée à 3 M t, soit pour une durée de 35 à 40 ans, 4 quartiers hydrauliques sont prévus : 1 et 4 à 450.000 t/an avec 2 puits et une extraction hydraulique et 2 et 3 à 400.000 t avec aussi chacun un puits et une extraction hydraulique commune ; en plus le puits 160 extrait 1,3 M t/an par les méthodes classiques et fournit un complément d'eau pour les mines 2 et 3.

Les puits à extraction hydraulique ont un compartiment pour les tuyauteries et une cage dans l'autre compartiment.

Le charbon est disloqué par tir à l'explosif et mis en mouvement par courant d'eau ; l'exploitation est rabattante ; on fait de petits montages en couche et des galeries intermédiaires tous les 30 m ; les galeries ont une pente de 5 % vers les puits. La pression de l'eau à front atteint 50 atm. La production des jets atteint 25 t/h et le débit dans les galeries préparatoires 16 t/h. La marche en retraite atteint 3 m en taille et on avance de 3,50 m dans les travaux préparatoires.

Détails sur une autre mine hydraulique du Donetz : n° 4 du trust Ordskonikidse et projets pour l'amélioration de l'extraction hydraulique.

#### D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTÈNEMENT.

IND. D 1

Fiche n° 25.497

R. WUERKER. The shear strength of rocks. *La résistance au cisaillement des roches.* — *Mining Engineering*, 1959, octobre, p. 1022/1026, 4 fig.

La résistance au cisaillement des roches se déduit des mesures de résistance à la compression et

à la traction. La théorie de Mohr explique la rupture d'un matériau fragile et on y a recours dans l'étude de la foration et du tir à l'explosif : elle invoque la rupture ou bien par glissement plastique au-delà d'une certaine valeur de l'effort tranchant, ou bien par dépassement de la tension maximum. L'auteur interprète les résultats d'essais effectués sur diverses roches déterminant les enveloppes de Mohr qui leur correspondent et dont on déduit la résistance au cisaillement.

Il cite les opinions émises par différents auteurs sur le comportement des roches dans le soutènement, en particulier celui du charbon, dans la foration, et enfin dans le tir à l'explosif.

IND. D 21

Fiche n° 25.679

K. LEHMANN. Zur Frage der Sicherheitspfeiler - die Harmonie im sinkenden Gebirgskörper sollte nicht gestört werden. *Sur la question des massifs de protection. On doit veiller à ce que l'harmonie du terrain qui s'affaisse ne soit pas détruite.* — *Bergbau Rundschau*, 1959, décembre, p. 670/675. 4 fig.

Le Comité Allemand pour la technique des sondages et des creusements de puits, à la suite d'un colloque sur l'exploitation aux environs des puits, le 14 novembre 1956 à Essen, a publié les conclusions suivantes : les couches des massifs de protection sans aucun doute peuvent et même doivent être exploitées. La conception de l'exploitation harmonique peut être appliquée dans les gisements plats et réguliers, dans les cas contraire on peut souvent être obligé d'exploiter inharmoniquement.

En tant qu'inventeur de la méthode harmonique et détenteur d'un brevet en la matière, l'auteur tient à affirmer que, même en dressant, l'exploitation harmonique est possible ainsi que cela a été dit dans de nombreuses consultations, c'est particulièrement vrai dans le cas des puits où l'exploitation peut être strictement harmonique, l'ensemble du massif restant entier et descendant sans tension interne (comme Bals l'a montré). Pour des piliers différents, on peut parler de partiellement harmonique parce que la surface du sol descend bien sans tension, mais il existe des tensions dans le massif intermédiaire sauf dans la direction verticale.

Jusqu'à présent, l'auteur n'a envisagé que l'exploitation chassante ou rabattante mais, pour des raisons de concentration, on peut aussi utiliser la taille montante ou descendante, l'exploitation harmonique est alors plus simple et moins coûteuse ainsi qu'il est montré dans un exemple. Avec Bals, l'auteur est d'accord qu'il faut maintenir le massif du puits en compression : dans le cas envisagé, le travail demande 7 à 8 mois.

Dans les piliers pour la protection de surface, l'exploitation en damier n'est pas nécessaire du tout, il suffit de prendre une taille assez longue et de la

pousser à grande vitesse, tout massif restant étant nuisible parce qu'il s'oppose à l'affaissement harmonique.

IND. D 21

Fiche n° 25.458

**G. BRAUNER.** Zusammenhänge zwischen senkrechten und waagerechten Bodenbewegungen beim Abbau flachgelagerter Steinkohlenflöze. *Relations entre les mouvements verticaux et horizontaux du sol lors de l'exploitation des couches en plateure.* — Glückauf, 1959, 7 novembre, p. 1442/1457, 23 fig.

L'affaissement final de surface est le produit de l'ouverture de la couche par un facteur d'affaissement déterminable. Pour le déplacement horizontal maximum, on ne connaît pas de relation semblable et cependant les deux mouvements sont dans une certaine relation puisqu'ils proviennent d'une cause unique. Beaucoup d'auteurs se sont attelés à la question, on peut les classer en 3 catégories : ceux qui ont travaillé sur modèle et, parmi les mathématiciens, ceux qui cherchent une relation globale entre la courbe de surface et celle du fond : on obtient des relations qui, d'une façon générale, ne sont pas pratiques ; enfin il y a ceux qui cherchent une relation entre un point de la zone exploitée et un point de la surface : c'est ce dernier procédé qui donne des résultats pratiques en les collationnant avec les observations et qui fait l'objet de l'article. Pour les études sur modèle, Krieg et Whetton (1958) ont montré que les résultats coïncidaient bien avec la pratique. Pour les études par point, on admet deux principes : 1) l'action d'un point s'obtient comme si les autres points n'existaient pas - 2) la couche est admise parallèle à la surface. Pour le calcul de l'affaissement, on utilise la formule de Boussinesq. Pour tenir compte du déplacement horizontal, Midlin a repris le calcul. L'auteur y ajoute la relation :

$$\frac{\delta w}{\delta r} + \frac{\delta u}{\delta z} = \frac{T}{G}$$

où  $w$  est l'affaissement et  $u$  le déplacement horizontal,  $T$  la tension horizontale ( $G$  module transversal). A la surface  $T = 0$  de sorte que :

$$-\frac{\delta w}{\delta r} = \frac{\delta u}{\delta z}$$

De cet ensemble, l'auteur tire un tableau de valeurs qui correspondent bien avec les courbes expérimentales, ainsi qu'il ressort d'une superposition des courbes.

Bibliographie.

IND. D 2222

Fiche n° 25.484<sup>II</sup>

**J. STOREY.** The distribution of support loads on and behind longwall faces. *La répartition des charges sur et derrière les fronts de tailles chassantes.* — *Colliery Engineering*. 1959, novembre, p. 478/485, 12 fig.

Trois exemples d'application montrent les résultats enregistrés avec étançons de plusieurs types,

comparés : mesure des charges au cours du cycle d'exploitation ; mesure des convergences, des efforts supportés et des déformations subies. Résultats pratiques assez différents de ceux fournis au laboratoire. Les charges initiales tolérables avec les étançons à friction à racagnac sont de 3 t en moyenne ou un peu plus avec coins de mise en place. Les étançons Dowty Monarch cèdent entre 19 et 21 t, avec 6 à 7 t initiales. Les conditions locales : profondeur, puissance de la couche, nature du toit et du mur influencent fortement la convergence admissible ; la résistance des remblais dont la mesure ne peut être effectuée qu'en des points limités, au voisinage des voies de transport, a une valeur croissante en s'écartant du front et qui peut n'avoir pour limite que celle correspondant au poids des terrains surincombants. La théorie de l'arc de pression ne s'y trouve pas confirmée. La théorie de Kegel, qui compare les terrains surmontant une exploitation par tailles chassantes à une poutre soumise à des chocs, s'appliquerait mieux aux résultats observés.

IND. D 40

Fiche n° 25.651

**O. KUHN.** Aus der Tätigkeit des Ausschusses für Grubenausbau beim Steinkohlenbergbauverein. *Sur l'activité du Comité du Soutènement de la S.K.B.V.* — Glückauf, 1959, 5 décembre, p. 1601/1603.

La 50<sup>me</sup> réunion de ce comité a eu lieu le 16 octobre 1959 à la mine Emil Mayrisch (Aix-la-Chapelle). On y a discuté des travaux exécutés et des problèmes à envisager.

Peu avant la réunion du 16 juillet 1953 (25<sup>me</sup> en fait de ce comité), la D.K.B.L. avait été remplacée par la S.K.B.V. et le Conseiller des mines G.P. Winkhaus avait remplacé le Dr Haarmann à la présidence ; il était secondé par 10 membres et 5 invités ; plus tard furent associés 3 collaborateurs et 2 invités pour remplacer 3 membres sortants et 2 invités. Depuis, le comité a procédé à 15 visites de mines et s'est réuni 10 fois à Essen, 38 rapports furent établis. Le comité a assisté au développement du soutènement hydraulique ; la crainte d'un prix trop élevé a pu être annihilée. Au sujet des béles, l'utilité de ramener le point d'appui vers le milieu a été démontrée. Pour le soutènement en galerie, quelque clarté a été apportée sur les exigences à satisfaire ; l'utilisation de cintres rigides en acier traité a été conseillée dans le cas de galeries en couches à fort pendage. Le boulonnage en galerie a été considéré. L'emploi des claveaux du Nord de la Belgique a été recommandé pour certains cas en Allemagne. Le soutènement métallique des puits intérieurs donne d'excellents résultats. Au cours d'une conférence qui a rassemblé 800 auditeurs dont plusieurs hollandais et belges, les conférenciers suivants ont parlé du soutènement : Winkhaus (cf. f. 20.803 - D 40) - Batzel (cf. f. 20.640 - D 435) - Sogalla (cf. f.

20.641 - D 60) - Krippner (cf. f. 20.642 - D 710) - Spruth (cf. f. 20.643 - D 40). Les problèmes de l'avenir sont évoqués.

IND. D 40

Fiche n° 25.464

**J. TEZENAS DU MONTCEL.** Le soutènement dans les mines et plus particulièrement des tailles en plaques. — *Annales des Mines de France*, 1959, septembre, p. 592/611, 14 fig.

Principes des anciennes exploitations du Pas-de-Calais : 16 m entre deux voies ou fausses-voies, tailles en gradins, pelletage des produits, plans inclinés à couloirs oscillants, difficultés dans les grandes ouvertures.

Exploitations modernes : tenue des galeries par un coulisement modéré - en bouvaux les claveaux et planchettes (Beeringen).

Les longues tailles et leur évolution : épis de remblai, puis avec les étauçons coulissants le foudroyage, étauçons redoublés ou piles au foudroyage.

Toits raides surtout en veines puissantes : remblayage complet hydraulique ou pneumatique.

Galeries de taille en veines puissantes : cadre Moll sur piles de bois (coûteux mais sûr). Toits friables et prise en plusieurs tranches des couches puissantes : réduction des surfaces découvertes pour le 2<sup>me</sup> plancher préalable. Toits mixtes : étude des terrains. Exploitations diverses : gisements pentés : tailles renversées à partir de 36 à 38°. Chambres et piliers, piles de bois et épis de remblais (cf Collardey Ann. Mines de Belg. déc. 58). Les investissements (massifs de protection) : dépilage préalable - le boulonnage du toit : technique nouvelle, en taille initiation nécessaire.

Evolution du matériel de soutènement en taille : le soutènement métallique : les étauçons à friction - études récentes : dureté du toit, du mur, convergence (Schwarz), orientation vers la diminution du nombre des allées libres.

Les étauçons hydrauliques (prix : 2,5 fois l'étauçon coulissant : usinage plus poussé) - la rouille - le carter du fût - le débit d'huile - concentration des 3 soupapes pour faciliter l'entretien : le battement des soupapes sous les vibrations.

Le soutènement marchant : avant-projet - soutènement marchant pour l'abatteuse à tambour - lutte contre les poussières du foudroyage.

IND. D 47

Fiche n° 25.761

**AEROQUIP FABRIEK.** Flexibele hogedrukleidingen voor hydraulische systemen in het ondergrondse bedrijf. *Flexibles à haute pression pour les commandes hydrauliques du fond.* — *De Mijnlamp*, 1959, novembre, p. 289/291, 3 fig.

Lors de la 2<sup>me</sup> guerre mondiale, la firme Aeroquip des Etats-Unis a eu à fournir des tuyauteries flexibles à haute pression pour les besoins de l'avia-

tion, de l'armée de terre et de la marine. La firme a mis au point des équipements aisément démontables et standardisés ; ils sont utilisés par les firmes : Bayliss, Dowty, Joy-Sullivan, Olin Matinson, Blackhawk Porto Power.

Aeroquip a étudié une qualité spéciale en caoutchouc synthétique sans couture avec 2 couches de treillis en fil d'acier à haute résistance. Les dimensions de 1/4" à 7/16 peuvent résister à une pression de 750 atm et un coefficient de sécurité de 4.

Pour les hautes températures, Aeroquip utilise le téflon et les flexibles résistent à une température de 200° C à 15 atm.

Vue et description de différents types d'essais auxquels les flexibles sont soumis : allongement, torsions répétées, pression hydraulique.

## E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 122

Fiche n° 25.759

**R. EWALDS.** A.B.V. aandrijfinstallaties met regelbare snelheden leveren economische voordelen bij transportmiddelen ondergronds. *L'installation de commande A.B.V., à vitesse réglable, présente des avantages économiques pour l'emploi avec convoyeurs blindés.* — *De Mijnlamp*, 1959, 15 novembre, p. 279/280, 3 fig.

L'appareil de la firme Demag comporte 2 moteurs antigrisouteux à cage, ainsi qu'un réducteur de vitesse à planétaires et couronne conique. Le sens de marche d'un des moteurs est réversible de sorte que l'on peut faire varier la vitesse dans le rapport de 1 : 3 ou 1 : 4. Le moteur inverseur est de dimensions plus petites mais, en variante, on peut utiliser 2 moteurs identiques.

Les avantages de cette installation sont multiples : on peut réaliser une progression continue de la vitesse, en outre on supprime l'appareillage mécanique et les sources d'ennuis et d'usure qu'il présente. En général, la disposition avec petit moteur inverseur est préférable parce qu'on obtient un meilleur rendement qu'avec un gros.

IND. E 1311

Fiche n° 25.437

**N. CYPHERS.** How to avoid conveyor belt failure. *Comment éviter les ruptures des courroies de convoyeurs.* — *Engineering and Mining Journal*, 1959, octobre, p. 89/94, 3 fig.

Analyse des causes de détériorations des courroies : aux bords : mauvais alignements, construction trop raide, mode de chargement defectueux ; aux joints et attaches : installation defectueuse occasionnant des déchirures longitudinales.

Exposé des compositions de courroies adaptées aux usages prévus. La disposition, le nombre et les caractéristiques des toiles de la couche extérieure doivent être commandés en fonction de l'utilisation.

L'article détaille des indications à ce sujet, destinées à diriger dans le choix d'un type de courroie et à éviter les détériorations au cours de l'emploi.

IND. E 1313

Fiche n° 25.438

X. N.S.C. recommends safe steps for conveyor belt operation. *Le National Safety Council recommande certaines mesures pour l'usage des courroies de convoyeur.* — *Engineering and Mining Journal*, 1959, octobre, p. 101, 2 fig.

La prévention des incendies de courroies de convoyeur demande certaines précautions :

veiller à ce que les rouleaux porteurs ne se calent pas ;

assurer une tension correcte ;

éviter le débordement de la matière aux supports et poulies, les éboulements du toit, le mouillage de la courroie, l'alignement défectueux.

L'incendie peut avoir aussi une cause électrique : défaut d'isolement ou de mise à la terre. Capacité mal calculée. Veiller à éviter les surcharges. La composition en caoutchouc synthétique ininflammable diminue les risques. L'installation correcte bien calculée, l'entretien soigné et les mesures de sécurité, aidées des dispositifs de secours réglementaires, doivent réduire au minimum les risques d'incendie.

IND. E 1316

Fiche n° 25.699

V. HURLEY. Thin seam continuous mining with the new full dimension extensible conveyor system. *L'exploitation continue des couches minces avec le nouveau convoyeur extensible.* — *Mining Congress Journal*, 1959, novembre, p. 67/71, 9 fig.

A la Crighton C<sup>o</sup>, Indiana, Pennsylvania, on exploite une couche de 1 m en moyenne par mineurs Colmol, chambres et piliers. Le charbon est chargé mécaniquement sur piggyback en une ou deux pièces avec support mobile sur pneus et, de là, évacué par convoyeurs à chaîne puis par convoyeurs à courroies.

L'organisation du travail d'abattage, de chargement et de transport du charbon par « fournées » d'abattage de 1300 tonnes entre lesquelles s'effectuent les déplacements de la machine et l'allongement du convoyeur extensible à courroie, est décrite en détail. Cette disposition a permis une production journalière de 474 t, soit un accroissement de 112 t.

IND. E 1321

Fiche n° 25.568

A. ROBINSON et R. BENTLEY. The installation of a long plate conveyor. *L'installation d'un long convoyeur à écailles.* — *Colliery Guardian*, 1959, 5 novembre, p. 391/394, 2 fig., et 12 novembre, p. 427/430.

Le charbonnage de Newdigate, Ouest Midlands, va accroître sa production annuelle à 423.000 t grâce à l'installation de skips au lieu de cages au puits

d'entrée d'air, à l'électrification, à une nouvelle préparation et surtout au remplacement dans les transports du fond des câbles sans fin par des convoyeurs à écailles : environ 2.000 m de 800 mm de largeur, puissance 330 ch, et 1.300 m de 640 mm, 60 ch ; le débit de pointe est prévu pour 280 t par h et 9 moteurs intermédiaires de 45 ch seront disposés aux endroits les plus convenables avec les dispositifs de contrôle et de sécurité nécessaires. Des déviations de la ligne droite de 1,5° sont possibles avec ce mode de transport, dans le plan horizontal, et dans le plan vertical, des déviations de + ou - 3° de l'horizontale, à condition d'éviter de placer les moteurs intermédiaires à proximité d'une de ces dernières déviations.

L'installation de ce transport a demandé un important travail préparatoire, notamment la confection des niches pour les moteurs et transformateurs, la pose des câbles électriques, de la signalisation, le calibrage des voies, etc... Ces travaux ont été exécutés sans interrompre l'extraction ou pendant les jours fériés et les congés. L'article fournit des renseignements sur la planification et sur l'emploi du personnel requis pour ces opérations.

La deuxième partie de l'article décrit en détail l'installation des convoyeurs métalliques, son organisation : placement des éléments de la structure, assemblage et mise en place du tablier, montage final et essai. Celui-ci a permis une mise au point définitive, toutes ces opérations s'effectuant au cours de jours non ouvrables.

On décrit ensuite la mise en marche normale du transport et les mesures assurant son entretien régulier. Certaines pièces subissant une usure trop rapide, on a dû adapter aux circonstances certains détails de l'organisation de l'entretien et de la lubrification. Quelques recommandations, fruits de l'expérience acquise, terminent l'article.

IND. E 250

Fiche n° 25.560

T. GREEN. Mine locomotives. *Locomotives de mines.* — *Journal of Leeds Univ. Mining Soc.*, n° 35, 1959, p. 59/72, 11 fig.

Les locomotives sont de plus en plus employées en Angleterre dans les transports souterrains : plus de 1.000 en 1958 dont 800 diesels et 125 à accus. On ne dépasse guère 15 t, 100 ch, écartement des rails 1,05 m. Commandes aux deux extrémités.

L'auteur énonce les conditions d'emploi et les règlements en vigueur. Il étudie les caractéristiques des types de locomotives dont la construction est fonction des conditions d'emploi. Il envisage successivement les locomotives diesel, les locomotives électriques, les locomotives à électro-gyros.

Il expose les résultats acquis dans l'utilisation des locomotives diesel, en particulier en ce qui concerne la pollution de l'air et le freinage.

Il dégage les conclusions qu'on peut considérer comme les tendances futures de la construction des locomotives souterraines : augmentation de la vitesse de 17 à 60 km/h dans des voies spécialement affectées à ce transport avec contrôle à distance des trains.

IND. E 252

Fiche n° 25.536

**K. BACKHAUS et K. MOMMERTZ.** Betriebswirtschaftlicher Vergleich zwischen Diesel- und Akkumulatorlokomotive im Grubenbetrieb unter Tage. *Comparaison d'économie en service entre la locomotive à accumulateur et celle à Diesel dans les transports au fond.* — *Glückauf*, 1959, 21 novembre, p. 1516/1518, 2 fig.

Les frais de transport en galerie interviennent pour une part non négligeable dans l'ensemble des frais d'exploitation d'une mine. Il y a donc lieu, pour une longueur et une densité de transport données, de les réduire autant qu'il est possible. C'est Koch, qui le premier en 1940, a établi une échelle d'économie des différents types de locomotives : trolley - accus - Diesel - air comprimé. En 1945, il a repris le sujet avec chiffres à l'appui, suivi par Keuchel en 1950. L'écart avec les locos à air comprimé s'est accru depuis ; d'autre part, les locos à trolleys deviennent de plus en plus difficiles à utiliser dans de nombreux cas (sinon elles sont préférables), la comparaison se limite donc à la loco à batteries et la Diesel.

Les bases suivantes sont admises : 1) même taux d'amortissement (7,5 %) - 2) moyenne des frais d'exploitation pour la durée de vie admise (10 ans) - 3) salaires égaux - 4) utilisation journalière moyenne 3.000 t brutes par km en deux postes - 5) résistance moyenne au roulement égale dans les 2 cas.

Remarques : la charge brute est comprise en général entre 2,3 et 2,7 × la charge nette.

Dans ces conditions, pour une puissance de 60 ch, les prix spécifiques d'acquisition en RM (1945) DM s'établissent comme suit par cheval :

	1945	1950	1958
Diesel	280	550	975
Accus	720	1.180	2.130

et tous frais compris en pfennig/t km brute :

Diesel	—	3,32	4,05
Accus	—	3,65	5,00

On voit qu'avec le temps, l'écart s'accroît au détriment de la loco à accus.

IND. E 416

Fiche n° 25.584

**A.E.G.** Steuer-, Regel- und Bremsenentwicklungen. Die neuen geregelten Drehstromfördermaschinen. *Evolution de la commande, du réglage et du freinage. Les nouvelles machines d'extraction à courant alternatif contrôlé.* — *Bergbau Rundschau*, 1959, novembre, p. 597/602, 8 fig.

En 1894, A.E.G. installait à la mine Hollertzug, sur un puits intérieur, un treuil de 100 kW avec moteur à courant continu. Depuis lors, l'extraction électrique est pratiquement généralisée et les profondeurs élevées avec grosse extraction imposent de grandes puissances, jusqu'à 3.000 kW. Le moteur à bagues et courant alternatif, moyennant quelques aménagements, donne une caractéristique qui ne s'écarte pas tellement de celle du moteur à courant continu : pour éviter des pointes de courant exagérées, la vitesse est toutefois tenue un peu plus basse de sorte que le trait est plus long ; on prend donc des charges aussi grandes que possible pour réduire le nombre de traits ; la vitesse imposée du moteur asynchrone est réduite par un accouplement à engrenages et l'écart entre la charge motrice et la charge utile est absorbé dans des résistances ; des démarrages trop fréquents seraient donc antiéconomiques. Pour obtenir un moment de freinage, d'habitude on fait marcher le moteur à contre-courant et on insère simultanément une grande résistance dans le circuit rotorique : ce système de freinage occasionne de grandes pertes ; c'est pourquoi, au moment du freinage, actuellement on passe au courant continu contrôlé : schémas comparatifs des deux dispositions.

Un programme plus avancé consiste à contrôler constamment et automatiquement la vitesse par le frein de contrôle « Eldro », on réalise ainsi l'extraction automatique : schéma de connexion et vue du frein « Eldro » qui est un organe de petite dimension agissant sur l'arbre du moteur.

IND. E 42

Fiche n° 25.678

**X.** Förderturm mit Aluminium verkleidet. *Tour d'extraction recouverte d'aluminium.* — *Bergbau Rundschau*, 1959, décembre, p. 665/670, 3 fig.

Construction nouvelle au puits n° I de la mine Osterfeld à Oberhausen. Cette mine est le plus gros siège d'extraction de la Société Neue Hoffnung avec un champ d'exploitation de 37,7 km<sup>2</sup>. Les puits de Sterkrade, de Hugo Haniel, puits II et IV, envoient leurs produits par le fond à ce puits, ils ne servent plus que pour la descente du matériel et du personnel. Le puits Hugo Haniel est distant de 6,5 km du puits n° I d'Osterfeld.

On réalise ainsi une extraction journalière de 8.000 t, ce qui place cette mine parmi les 7 plus grandes de la Ruhr. Cette concentration présente de grands avantages économiques : extraction moderni-

sée à la surface comme au fond, lavoir à charbon, centrale etc..., étant plus importants, permettent de meilleurs rendements.

La mine Osterfeld occupe actuellement 4.400 ouvriers exploitant des couches à gaz ou gras supérieur ; 79 % de l'extraction proviennent de chantiers partiellement ou totalement mécanisés. La plus grande partie de la production va à la cokerie d'Osterfeld.

La mine Osterfeld a vu le commencement du creusement de ses puits en 1872 et la fin en 1879, la capacité était de 600 t/jour. Actuellement, l'extraction est à 4 câbles avec skips de 20 t et une vitesse de 15 m/s. Au 5<sup>e</sup> niveau (780 m), le débit horaire peut atteindre 750 t brutes. Quand on sera à 1.200 m, on pourra encore extraire 10.000 t/jour avec une légère réserve, car on tirera 4.800 t à Paul Reusch et 6.200 t au puits I.

On constate qu'on est descendu de 20 m/s à 15 m/s avec augmentation de la charge : cela conserve mieux les installations ; les mains courantes sont à ressorts ; le bois du guidonnage a été remplacé par des rails. Extraction à 4 câbles - au fond, le chargement est pneumatique - la tour d'extraction a 70 m - extraction complètement automatique. C'est la première tour revêtue d'aluminium contre la corrosion (détails).

IND. E 443

Fiche n° 25.474

**G. SMARRA.** Auflegen der Oberseile bei Mehrseilförderanlage. *Pose des câbles d'extraction dans les installations Koepe à câbles multiples.* — *Fördern und Heben*, 1959, octobre, p. 671/673, 8 fig.

Dans certaines installations de poulies Koepe multicâbles, on prévoit des bobines-magasins concentriques pour éviter l'emploi de treuils auxiliaires lors de la pose. Ceci peut entraîner un déroulement irrégulier des différents câbles, ce à quoi on peut remédier par l'emploi d'un engrenage compensateur mais c'est assez coûteux. Il est plus simple d'avoir recours à un treuil à friction avec dispositif de pression. Dans le cas de câbles plats, on incline les 2 tambours du treuil à friction pour éviter une traction excessive du câble.

IND. E 48

Fiche n° 25.713

**KHOUAN TSZIA TSZEN et A. SMOLDYREV.** Rendement technico-économique de l'emploi d'un transport principal hydraulique de produits minéraux. — *Ougol*, 1959, octobre, p. 8/13, 3 fig. (en russe).

Rappel de l'historique des transports hydrauliques de fort tonnage à grande distance de charbon ou minerais en U.R.S.S. Comparaison des dépenses de premier établissement et d'exploitation, pour une production de 2.000 t/jour, entre transport et extraction hydraulique et transport combiné par convoyeur, puis par roulage et extraction par skip.

Choix des suceuses à pulpe et de la consistance de la pulpe : 3 ou 1,6 de liquide pour 1 de solide selon la pompe ; portées respectives 90 km et 240 km. Calculs économiques tenant compte des amortissements et de la matière transportée (charbon, minerai de fer, sables). Comparaison avec les autres procédés de transport : distances économiques pour les divers transports (pour le transport hydraulique du charbon : 5-10 M t/an, de 25 à 200 km). Consommations de métal pour divers matériaux à transporter à diverses distances selon le tonnage : comparaison des rendements en 1.000 t par ouvrier-an. Dans les frais de transport du charbon, ne pas mettre les frais d'égouttage et séchage, dont l'importance relative est considérable en dessous de 50 km.

Bibliographie : 4 références.

(Résumé Cerchar Paris).

IND. E 53

Fiche n° 25.749

**X. Grubenbahnfunk.** *Radio pour les transports du fond.* — Tiré à part de : *Signal und Fernmeldepraxis*, 1959, juillet, 8 p., 6 fig.

Les firmes Te Ka De et Funke et Huster ont créé en commun des installations de radio-téléphonie permettant de communiquer à partir d'un poste fixe central (poste de chargement, dispatching ou poste téléphonique) avec toutes les locos. Elles fonctionnent avec tous les types de locomotives à accus, diesel ou air comprimé. Le matériel a été essayé et approuvé par le service central des télécommunications. Il a aussi été contrôlé par la centrale de Dortmund-Derne pour la sécurité au grisou et la sécurité intrinsèque ; il est agréé par l'Administration des Mines allemandes. Une taxe est à payer à la poste sur chaque installation de locomotive. Vue d'une installation de loco qui comporte, avec 3 petits blocs, un téléphone, une lampe signalisatrice et une minuscule antenne annulaire. Schéma des connexions. Autres schémas : pour le poste central et pour les locos à 2 cabines. Exemples d'installations.

IND. E 6

Fiche n° 25.460

**E. BRINKMANN.** Untersuchung über die Kosten der Holzförderung von Holzplatz bis zum Streb. *Recherche sur le coût du transport des bois depuis le parc à bois jusqu'à la taille.* — *Glückauf*, 1959, 7 novembre, p. 1461/1463.

Recherches poursuivies dans 6 sièges d'une société minière de la Ruhr où le gisement passe des plateaux aux dressants. On s'en est tenu aux bois repris dans la norme DIN 21320 comprenant : étais, billettes, plates-bêles, rondins, bois de piles et doses, les petits bois divers qui interviennent pour 10 % dans la consommation journalière ont été négligés. Des détails sont donnés sur la façon dont les prix ont été établis : on a négligé le prix de sciage, le prix des chariots à bois, les mesurages ; le

transport depuis le parc jusqu'au chantier a été subdivisé : parc-élévateur ; recette de surface - recette ; - point de remplissage ; - galerie en direction ; puits intérieur ; recoupe et 2<sup>me</sup> puits intérieur (éventuels) ; tête de taille ; taille ; transport sur bande (éventuel). Pour chacun de ces parcours, on a compté la main-d'œuvre, l'amortissement des machines, la dépense d'énergie. Deux tableaux sont donnés ; l'un donne les dépenses absolues pour les mines caractérisées par les pentes moyennes, l'autre l'extraction journalière des mêmes mines et leur consommation de bois, ce qui permet d'en déduire les frais de transport par m<sup>3</sup> de bois massif et par tonne extraite ; ces chiffres sont respectivement : de 0 à 18° : 25,4 et 0,42 DM ; de 18 à 36° : 19,2 et 0,61 DM ; de 36 à 54° : 29,5 et 0,54 DM ; de 54 à 90° : 23,6 et 0,76 DM. Le premier tableau montre que c'est en voie de tête que les dépenses sont les plus élevées, la dépense proportionnelle de main-d'œuvre rapportée au total main-d'œuvre, machines et énergie, est la plus élevée entre le parc à bois et l'élévateur ; il y a donc là un poste apparemment assez facile à améliorer.

IND. E 6

Fiche n° 25.650

E. PANITZ. Zur Frage der Notwendigkeit des Fahrtrümms in Seilfahrtschächten. *Sur la question de la nécessité du compartiment des échelles dans les puits à transport du personnel sur câble.* — Glückauf, 1959, 5 décembre, p. 1594-1595.

Il y a 100 ans les échelles servaient seules à la remonte du personnel : les câbles d'extraction étaient trop peu sûrs. D'après Selbach, en 1872, 19,3 % des câbles s'étaient rompus en service. Depuis 1925, elles n'ont plus été utilisées à cet usage, mais seulement comme moyen de secours. L'article rappelle la réglementation à ce sujet en U.R.S.S., Pays-Bas, Belgique, Etats-Unis, Angleterre et Afrique du Sud. Avec l'approfondissement des puits, leur emploi pour la remonte du personnel est devenu matériellement impossible ; pour un poste de 1.200 ouvriers à 900 m, il faudrait 17 h 1/2, sans compter les incidents dus aux vieux ouvriers. Elles peuvent encore éventuellement servir dans le cas où une cage reste calée dans le puits, mais cela demanderait une acrobatie très dangereuse. Le compartiment d'échelles, très coûteux et encombrant, est donc destiné à disparaître dans un certain avenir. En Angleterre, on les remplace par des installations de secours. Il s'agit d'un treuil à 2 trains réducteurs (les premiers avaient 103 ch), moteur Diesel avec réservoir à mazout et accessoires tels que cuffat, crochet à mousqueton, etc... ; le treuil comporte un tambour de 1.200 mm de diamètre et 600 de largeur. Le tambour peut faire 50 tr/min. Les moteurs actuels ont 206 ch et sont à 6 cylindres. Outre le frein de sécurité, il y a une bande de frein sur un côté du tambour qui empêche un renversement de marche lors de l'inversion du réducteur. Cette installation soulève 3 t à une profondeur de

600 m avec une vitesse de 3,30 m/s. Les dernières installations tirent 5 t à 1.000 m. De telles installations ne sont pas utilisables dans tous les cas en Allemagne parce que les puits sont encombrés par les partibures et souvent déviés par les mouvements de terrain.

## F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. F 110

Fiche n° 25.592

F. HINSLEY. Design of ventilation systems of new mines. *Les projets de l'aérage des mines nouvelles.* — Colliery Guardian, 1959, 19 novembre, p. 451/458, 2 fig., et 26 novembre, p. 511/514, 2 fig.

Le problème de l'aérage dans les mines, d'un intérêt secondaire dans les mines peu profondes, acquiert une grande importance dans les mines profondes et grisouteuses. Quand les puits et galeries ne servent qu'à l'aérage, le calcul est relativement simple ; quand ils servent en même temps au transport, il comporte des compromis. L'auteur énonce les considérations préliminaires du problème : fourniture de l'air respirable, du courant de dilution des gaz dangereux et des poussières, maintenir des conditions satisfaisantes sous le rapport de l'humidité et de la chaleur. L'estimation de la quantité d'air nécessaire à la réalisation de ces conditions demande une étude qui tienne compte des besoins particuliers de l'exploitation et des pertes d'air dans les circuits souterrains ; des pertes importantes se produisent aussi à la surface, dans le système de liaison du puits de retour au ventilateur et il faut aussi tenir compte de la dilatation de l'air dans le puits de retour. Les données fixées, on estime la pression nécessaire. La résistance des circuits a été étudiée par des expériences de laboratoire. De nombreux essais ont permis de déterminer, dans différentes conditions, les résistances dans les galeries d'aérage, celles des courbes et tournants de voies, les résistances dans les fronts de taille, dans les puits, dans la galerie d'amenée au ventilateur. On peut, en partant de ces données, calculer les vitesses de courant d'air les plus économiques et les sections les plus économiques à adopter pour fournir, dans les conditions envisagées, le débit nécessaire.

La puissance à fournir pour une section donnée est proportionnelle au coefficient de frottement, au facteur de forme et au cube de la vitesse de l'air, l'influence de celle-ci étant donc prépondérante. L'aérage d'une mine étant en constante évolution, il y a lieu naturellement de prévoir une assez large marge de sécurité. La dépression du ventilateur, somme des pertes de charge des différents circuits, se calcule en tenant compte de la même considération.

L'influence de la ventilation naturelle doit entrer en ligne de compte.

L'auteur envisage les différents types de ventilateurs et les compare en examinant leurs courbes caractéristiques.

IND. F 113

Fiche n° 25.788

J. HODKINSON et S. LEACH. Some observations on the law of airflow resistance. *Quelques observations sur la loi de résistance du courant d'air.* — *Colliery Engineering*, 1959, décembre, p. 526/528, 1 fig.

Compte rendu de mesures effectuées, dans des galeries d'aéragé, sur les pertes de charge du courant d'air. Des essais sur une échelle étendue de vitesses du courant d'air ont montré qu'il peut y avoir des écarts très appréciables par rapport à la loi du second degré pour les résistances au courant d'air. La vitesse moyenne du courant d'air a été supposée égale à 0,85 de celle du centre de la section mesurée par anémomètre à ailettes pour les essais en galerie expérimentale ; dans la mine, elle a été calculée à partir des mesures prises en de nombreux points de la section au moyen d'un anémomètre à torsion à lecture directe. Les différences de pression ont été mesurées par des tubes statiques à extrémités en forme de disques, orientés perpendiculairement au courant d'air.

La formule a la forme  $P$  (chute de pression) =  $KU^n$ ,  $U$  étant la vitesse moyenne,  $K$  un coefficient dépendant du frottement sur les parois et de la section,  $n$  varie entre 1,46 et 2,27 selon les conditions de la galerie, mais est indépendant de la vitesse. Tableau comparatif des valeurs trouvées par divers auteurs (coefficient d'équivalence Cluzy-Darcy avec Atkinson).

IND. F 21

Fiche n° 25.715

V. MALIAREVSKII. Choix des méthodes de conduite de dégagement de gaz dans les tailles lors de l'exploitation de couches puissantes en plateure par tranches inclinées. — *Ougol*, 1959, octobre, p. 25/29, 4 fig. (en russe).

Après une étude analytique du dégagement et du bilan de méthane dans une taille, faisant intervenir : dépression, résistance aérodynamique, longueur de taille et ouverture des tranches déhouillées, l'auteur examine de façon critique diverses méthodes de contrôle, telles que répartition de pointes de dégagement dans le temps ou dans l'espace ou évacuation d'une partie du gaz dans le retour d'air ou au jour ; origine de ces dégagements et intensités pour diverses largeurs de havée. Efficacité observée des mesures : havage par quartiers séparés ; foudroyage du toit par quartiers séparés ; aspiration du gaz de l'espace déhouillé, dégazage préventif par sondages ; débit d'aéragé nécessaire pour ramener la teneur en grisou

à la limite admissible de 1 % en fonction des mesures prises, de la longueur de taille et du dégagement du gaz en m<sup>3</sup> par t/jour abattue. Conclusions tirées de la comparaison. Bibliographie : 14 références. (Résumé Cerchar Paris).

IND. F 22

Fiche n° 25.490

A. BAKER, F. HARTWELL et D. WINDLE. Interference methanometers. *Grisoumètres à interférences.* — *Safety in Mines Research Establ. Res. Rep. n° 172*, 1959, juillet, 32 p., 10 fig.

Les interféromètres du type Jamin (1856) sont construits pour servir de grisoumètres dans les charbonnages. On en décrit la construction et les essais effectués avec 6 marques différentes (Riken, Toka, Shinko, Zeiss...) pour estimer leur exactitude et leur facilité d'emploi au fond. L'interféromètre est composé d'une source de lumière avec collimation, séparée en deux faisceaux dont l'un passe par une cellule contenant le gaz à analyser, et l'autre par une cellule contenant de l'air comme référence. Les deux faisceaux sont recombinaés et un télescope analyse les franges d'interférence. La pression, la température, la présence de gaz étrangers et diverses conditions particulières peuvent affecter sérieusement l'exactitude des mesures. Il est nécessaire de bien étudier ces diverses conditions et d'en tenir compte pour obtenir des résultats corrigés et satisfaisants.

IND. F 24

Fiche n° 25.421

X. Fire protection for firedamp drainage. *La prévention des incendies dans le captage du grisou.* — *Colliery Guardian*, 1959, 29 octobre, p. 359/362, 5 fig.

La Grande-Bretagne produit actuellement environ 2,8 millions de m<sup>3</sup> de grisou par semaine, dont 40 % sont effectivement utilisés, et on envisage de doubler cette production. En général, la technique de captage consiste à forer à 50 à 60° de l'horizontale des trous de sonde de 30 à 60 m de longueur de 5 à 6 cm de diamètre, dont les 6 à 9 premiers mètres sont élargis à 11 cm pour recevoir un tube cimenté. Un exhausteur soutire le grisou. Des appareils avertisseurs automatiques assurent la sécurité et récemment on a employé à cet effet une valve automatique thermique qui alimente un rideau d'eau en cas d'incendie. L'article décrit les installations de captage du grisou du charbonnage de Manvers, Division Nord-Est. Normalement les trous sont forés à 25 m d'écartement au voisinage du front de bosseyement et au-dessus des remblais. L'aspirateur est actionné par l'air comprimé et est monté sur un réservoir. La dépression est de 10 cm de mercure. Les prises d'essai d'air dans les voies d'entrée et de retour ont montré une amélioration considérable de l'aéragé. On donne la description de la valve automatique de Lindley, qui assure la sécurité du chantier, et son mode de fonctionnement.

IND. F 32

Fiche n° 25.422

T. ROGERS. Walton colliery explosion. *L'explosion du charbonnage de Walton*. — *Colliery Guardian*, 1959, 29 octobre, p. 363/367, 3 fig., et 5 novembre, p. 395/399 — *Iron and Coal T.R.*, 1959, 16 octobre, p. 583/588.

Le 22 avril 1959, 5 hommes ont été tués par une explosion au charbonnage de Walton, Yorkshire. Cause : un arc électrique dans un câble traînant endommagé, la poussière de charbon jouant un rôle important. Le charbonnage extrait par jour 2.200 t. L'auteur décrit la situation du district où s'est produite l'explosion et les circonstances qui l'ont précédée et suivie, les constatations effectuées par les sauveteurs et la surveillance. L'explosion initiale a été suivie par plusieurs autres, plus ou moins espacées, plusieurs heures après. On commença à construire des barrages pour isoler le chantier mais on ne les acheva pas, la situation de l'aérage s'étant améliorée. L'avarie au câble électrique, cause de l'explosion, est due probablement à une pierre projetée par un tir. L'accident est survenu entre le poste du matin et celui d'après-midi dans une petite taille de 40 m aérée en rabat-vent, inclinaison de 3 cm/m, oblique à la ligne de front.

Le taux de la poussière de coke déposée sur les surfaces verticales des montants le long de la taille suivante (5<sup>me</sup>) et le fait que des échantillons de la poussière d'explosion contenaient 14 % de matières inflammables suggèrent l'idée qu'il y avait assez de poussières inflammables pour produire un coup de poussières. Quoi qu'il en soit, l'agent d'ignition est un arc électrique. On a montré expérimentalement qu'un tel arc peut produire un coup de poussières, mais il n'est pas certain qu'un tel nuage de poussières existait avant l'explosion, dans le cas présent la flamme semble s'être accrue en importance le long de la 5<sup>me</sup> taille et l'agent de propagation est plus que probablement le grisou : le câble flexible a allumé le coup de grisou et celui-ci a mis en branle un coup de poussières. La couche était modérément grisouteuse : 5,3 m<sup>3</sup>/t. Avec une vingtaine de mètres de taille active, on a constaté dans l'air 2 ‰. Il est impossible, sur ½ h de travail le matin, qu'il y ait eu assez de grisou dégagé par la taille : la source probable est la couche Low Haigh Moor qui se trouve 2 m plus bas et probablement en communication par des fissures. De plus, il y avait des courts-circuits dans la ventilation qui étaient seulement gênés par des toiles d'aérage. Le directeur des travaux n'était en fonction que depuis 2 1/2 mois.

Conclusions et série de recommandations, notamment au sujet du contrôle des poussières, de l'emploi de l'électricité en chantier grisouteux, ainsi que du havage humide.

IND. F 40

Fiche n° 23.800<sup>II</sup>

H. LANDWEHR. Staubbekämpfungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse bei Blasversatz und Bruchbau. *Possibilités de lutte contre les poussières compte tenu des connaissances nouvelles sur le remblayage pneumatique et le foudroyage*. — *Bergbau Rundschau*, 1959, avril, p. 191/200, 23 fig.

Les pulvérisations d'eau conjuguées avec les robots ; effets obtenus. Le remblayage et le foudroyage sources de poussières, notamment dans le cas du remblayage pneumatique, aux environs de la remblayeuse, au chantier et sur les talus où l'aérage remet de la poussière en suspension ; essais de conimétrie avec des intervalles courts ou longs entre passes ; procédé d'aspiration des poussières à la remblayeuse : solution de Beien. Influence de l'humidité et du débit sur l'empoussiérage en général ; influence des charges électrostatiques sur la coalescence des poussières et questions de polarité ; essais de polarisation ; emploi d'électrodes, séparant produit minéral à l'anode et charbon presque pur à la cathode ; effet de la réaction d'un champ sur la répartition des charges.

Procédés du soufflage de poussière calcaire pour abattre les fumées de tir.

(Résumé Cerchar Paris).

IND. F 412

Fiche n° 25.585

X. Die Filterlutte. Ein weiterer Fortschritt in der Staubbekämpfung. *Le canar filtrant. Un progrès dans la lutte contre les poussières*. — *Bergbau Rundschau*, 1959, novembre, p. 603/608, 7 fig.

Un séjour prolongé dans une atmosphère poussiéreuse produit un début de silicose qui s'aggrave ensuite chez les sujets prédisposés. A ce point de vue, certains points de la mine demandent une attention spéciale, c'est notamment le cas des tailles à remblayage pneumatique ou à foudroyage. Le Dr Landwehr a signalé ces derniers temps (4 décembre 1958) un procédé de filtrage à sec particulièrement intéressant, il capte les poussières en même temps que l'humidité, ce qui peut contribuer à améliorer le climat ainsi que les recherches du Dr Nickel l'ont montré : pendant la projection du remblai pneumatique, il se développe un brouillard de fines particules de poussières de schiste entourées de globules d'eau qui pénètrent aisément dans le poumon.

Les canars filtrants ont 2 m de longueur par unité et 600 mm de diamètre, ce sont des soufflets en laine de 10 m<sup>2</sup> de surface totale. Il y a toujours 2 canars en place disposés de part et d'autre d'un distributeur avec attache rapide à l'autre extrémité, il y a une valve de mesure ; un 3<sup>me</sup> canar semblable est au nettoyage dans la galerie inférieure ou à la surface. Un ventilateur aspire dans l'espace à épurer et souffler dans le distributeur. Des installations analogues ont aussi donné de bons résultats aux points de chargement des berlines ou au-dessus des remblayeuses pneumatiques.

IND. F 415

Fiche n° 25.740

**B. LANGRISH et A. McCLELLAND.** Salt-crust treatment of mine roads : the effect of salt on haulage ropes. *La consolidation des poussières des voies de mines au sel : ses effets sur les câbles de traction.* — Safety in Mines Research Establ. Res. Rep. n° 174, 1959, août, 10 p., 3 fig.

Les câbles servant aux transports souterrains peuvent subir des effets de corrosion dus au sel introduit dans le procédé d'encroûtage. Afin de les mesurer, on a exposé des échantillons de câbles au contact de la poussière de galerie sèche, humide et de sel mouillé. Les bouts de câbles étaient non lubrifiés et scellés aux deux extrémités. Trois échantillons étaient galvanisés à des degrés différents et le quatrième non galvanisé ; après un temps variable d'exposition, ils ont été soumis aux essais. Après 24 mois, la poussière sèche était sans effet ; la poussière humide avait affecté seulement le câble non galvanisé, diminuant sa résistance de 3 % environ ; le sel humide avait produit une corrosion réduisant la résistance du câble non galvanisé de 55 % et celle des câbles galvanisés jusqu'à 15 %.

IND. F 442

Fiche n° 25.480

**G. ZEBEL.** Zur Theorie der Koagulation disperser Systeme aus elektrischen oder magnetischen Dipolen. *Sur la théorie de la coagulation de nuages à dipôles magnétiques ou électriques.* — Staub, 1959, novembre, p. 381/387, 10 fig.

Jusqu'à présent, on n'a guère étudié que les systèmes à poussières chargées électriquement. L'auteur établit une théorie pour les dipôles électriques ou magnétiques (pour les poussières ferreuses). A cause des forces d'attraction des dipôles l'un envers l'autre, la poussière se coagule plus rapidement que sans dipôles. La connaissance précise de cette accélération de coagulation est par exemple de grande importance pour l'évaluation de l'efficacité d'un filtre parce que les grosses poussières coagulées filtrent en général plus vite. En raison du mouvement Brownien, la température joue un rôle important dans l'attraction des dipôles. Il importe de connaître la force d'attraction, soit disant moyenne  $\bar{A}_r$ . On parvient, par la statistique mécanique, à trouver l'expression de cette force. Dans le cas d'actions réciproques faibles ou fortes des dipôles, on procède par approximations. Deux exemples sont traités.

IND. F 621

Fiche n° 25.638

**E. LINACRE.** The formation and movement of foam plugs for mine fire fighting. *La formation et le mouvement des bouchons de mousse dans la lutte contre les incendies.* — Safety in Mines Research Establ. Res. Rep. n° 182, 1959, août, 47 p., 15 fig.

Expériences de laboratoire, dans une galerie ventilée et dans six galeries de mines, ayant pour but d'analyser les facteurs qui déterminent la proportion

de liquide d'aspersion, converti en mousse, le remplissage de la galerie par la mousse et la perte de charge éprouvée par la ventilation, due au filet et au bouchon. L'étude théorique montre, conformément à l'expérience, qu'il existe une limite supérieure de vitesse d'air assurant le remplissage de la galerie par la mousse, limite qui est de 90 m/min pour un certain type de filet.

Le taux d'aspersion est d'importance secondaire, pour autant que le rapport entre le débit d'air et le volume d'eau d'aspersion ne dépasse pas une limite critique qui est environ 2.000 dans une condition particulière étudiée.

La pente de la galerie a une influence : la progression du bouchon ne se fait pas bien dans les galeries qui montent à plus de 10 % ou qui descendent à plus de 20 %.

IND. F 65

Fiche n° 25.767

**W. BARTKNECHT.** Untersuchungen über den Einfluss der Feuchte explosionsfähiger Methan/Luft Gemische auf den Zündbereich. *Etude de l'influence de l'humidité des mélanges détonants air-méthane sur la zone d'allumage.* — Schlägel und Eisen, 1959, décembre, p. 808/816, 8 fig.

Vue de l'appareillage assez simple : combinaison d'air sec et humide grâce à un gel de silice, chambre d'explosion de petite dimension avec circuit électrique, mesures à l'hygromètre, interféromètre et manomètre.

Les résultats des mesures montrent que, dans un domaine de 0 à 50 %, l'humidité est sans influence sur l'allumage du grisou. Pour des mélanges plus humides, l'explosibilité diminue. A première vue, il semble y avoir opposition avec les nombreuses observations faites sur l'allumage plus facile du grisou à travers les ouvertures minces des empilages quand l'humidité augmente. Mais les conditions ne sont pas les mêmes, ici le grisou enveloppe l'espace initiateur et il y a une certaine quantité d'énergie à transporter à l'extérieur pour laquelle la vapeur sert de support.

## H. ENERGIE.

IND. H 124

Fiche n° 25.765

**G. SCHMITT.** Untertageverdichter im Saarbergbau. *Les compresseurs pour le fond dans les mines de la Sarre.* — Schlägel und Eisen, 1959, décembre, p. 789/798, 15 fig.

Vers 1950 jusque 1952, on installa dans les mines de la Sarre des compresseurs qui furent d'abord fort appréciés. On s'aperçut toutefois bientôt qu'ils présentaient deux inconvénients graves : ils échauffent fort l'air de la mine et ont en général un débit trop faible. Ces compresseurs, au nombre de 20, ont donc progressivement été ramenés à la surface où ils ser-

vent pour les fonçages de puits et comme compresseurs de pointe ou de réserve. Depuis, par contre, on a installé 12 surpresseurs qui se sont montrés plus avantageux et sont encore tous en service.

Détails sur les essais de compresseurs au fond. Principaux types : Joy WK-82-T - Ingersoll-Rand, type 40 - Atlas Copco NT9.

Températures de sortie - filtres à air - réfrigérants et surveilleurs de température. Incendie à un compresseur du fond dans une salle de sécurité, le 4 juin 1954. Renseignements sur les surpresseurs : les premiers ont paru sur le marché en 1948/1949.

Quelques types : Sebia RES40 - Atlas Copco AG1 (425 t/m à 590 t/m) - Ingersoll Rand - FMA - Pokorny Weszer.

IND. H 5311

Fiche n° 25.612

F. HUGUS. A C cables for coal-selection, manufacture, testing. *Les câbles électriques pour courant alternatif dans les charbonnages, leur fabrication, leur choix, leurs essais.* — *Coal Age*, 1959, novembre, p. 104/115, 5 fig.

Article abondamment documenté sur les câbles pour emploi dans les mines : types variés, voltages, divers, compositions adaptées à l'emploi - facteurs déterminant le choix - capacité - calcul de la chute de voltage.

Tableaux des caractéristiques physiques et des ampérages admissibles. Énoncé des stipulations réglementaires du Bureau of Mines en matière d'emploi des câbles électriques dans les charbonnages.

Essais d'agrégation et de réception des câbles - contrôle de qualité - vérification de leur sécurité.

IND. H 532

Fiche n° 25.459

R. STROEMER. Eine neue Einrichtung zum Stillsetzen von Strebfördermitteln und Hobelanlagen. *Un nouveau dispositif pour arrêter à volonté convoyeur et rabot.* — *Glückauf*, 1959, 7 novembre, p. 1458/1460, 8 fig.

Actuellement, la plupart des tailles mécanisées avec convoyeur blindé sont pourvues de l'éclairage électrique. Pour la signalisation, un bouton-poussoir ordinaire n'est pas admissible, les firmes Schanzenbach et Gothe présentaient à l'exposition d'Essen des équipements appropriés autorisés par la Station de Dortmund (schémas des connexions respectives). La firme Siemens-Schuckert utilise dans ses installations les fils d'alimentation des lampes, les fils du surveilleur d'isolement et un fil d'arrêt pour combiner la protection des moteurs, le relais d'arrêt et le tableau d'éclairage avec un minimum de fils tout en laissant les contrôles indépendants. Depuis le développement récent de l'outillage portatif à transistors, la même firme a créé un schéma nouveau, simplifié, utilisant les blocs à fiches, faciles à remplacer et

permettant la recherche rapide des défauts; en outre, en taille, on économise la ligne spéciale d'interruption.

IND. H 533

Fiche n° 25.649

W. BELLINGRODT. Produktivitätssteigerung im Steinkohlenbergbau unter besonderer Berücksichtigung der Fernwirktechnik. *Accroissement de la productivité dans les mines de charbon, spécialement dans le domaine des télécommandes.* — *Glückauf*, 1959, 5 décembre, p. 1567/1579, 18 fig.

La situation économique actuelle demande un abaissement de la production en même temps qu'un relèvement du rendement. Parmi les moyens préconisés, un plus grand recours aux télécommandes est à retenir; pour le montrer, l'auteur examine les moyens utilisés jusqu'à présent pour augmenter la productivité et dans quelle mesure la télécommande s'adapte à ces efforts. Le principe général est la concentration par la mécanisation. Selon Langecker, l'idéal serait la concentration des fronts dans une seule longue taille à avancement rapide. Dans la pratique, l'évacuation du grisou et les possibilités de remblayage modèrent un peu cette conception : les tailles de 300 et 400 m n'ont pas nécessairement donné les résultats attendus. Dans la Ruhr, la moyenne par point de chargement est de 250 t/jour; 70 mines atteignent 500 t et exceptionnellement on a atteint 700 t. L'avancement moyen est de 103 cm, quelques mines ont atteint 2 m. Pour aller plus loin, il faut passer du domaine empirique au scientifique : l'organisation étudiée; pour contrôler l'application de celle-ci, il faut une information rapide palliant les imprévus. Résultats de la rationalisation des dernières décades - la télécommande dans les mines. Exemples des possibilités de la télécommande : téléphonie sur fil et par ondes (application aux cages) - téléindicateurs - thyratrons dans les commandes - valves et soupapes commandées électriquement - automatisation de : amenée des pierres - chargement - extraction - télé réglage. A la surface : chaudières automatiques, dispatching des centrales. Réduction des frais de télécommande par les procédés multiplex. Perspectives d'avenir favorables.

## I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. I 0132

Fiche n° 26.031

F. RIDLEY, R. BOOTH et H. MACPHERSON. Coal preparation. The trend in Northumberland and Durham. *La préparation du charbon. La tendance dans le Northumberland et le Durham.* — *Colliery Guardian*, 1959, 3 décembre, p. 521/528, 1 fig.

Exposé au North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers (Newcastle, 2 avril 1959).

Débouchés du charbon dans les deux comtés et en Grande-Bretagne ; pourcentage de la production obtenu par mécanisation et pourcentage préparé ; effet bien connu de la mécanisation sur le calibre et la qualité du charbon ; caractéristiques (cendres) des couches exploitées dans le Nord de l'Angleterre ; méthodes de préparation, nombre d'ateliers pendant les dernières années : évolution et passage de l'épuration à sec aux méthodes humides, notamment avec les bacs Baum, parfois les milieux denses en cas de séparation préalable des fines ; filtration des schlamms ; difficultés résultant de l'humidité et intérêt des mélanges de fines humides et de fines non lavées.

Exemples d'installations modernes, coût. (Résumé Cerchar Paris).

IND. I 0143

Fiche n° 26.035

**K. CASPAR.** Grube Velsen hat die grösste Aufbereitungsanlage des Saarreviers. *La mine Velsen possède la plus importante installation de préparation de la Sarre.* — *Schlägel und Eisen*, 1959, décembre, p. 798/802, 4 fig.

Nouveau triage-lavoir de la mine de Velsen, d'une capacité nominale de 900 à 1.000 t/h.

Le tout-venant, dont le + 150 mm est concassé, est criblé en 80 - 150 mm, 35 - 80 mm, 10 - 35 mm et - 10 mm. Les trois classes de grains sont lavées dans trois bacs par milieu dense Drewboy et deux bacs pour la coupure mixtes-schistes. Les fines 0-10 mm sont déschlamées et traitées par bacs à pistonnage pneumatique. Les schlamms sont flottés dans cellules Humboldt.

IND. I 05

Fiche n° 26.030

**D. HAMILTON.** The electrical side of coal preparation plant design. *Le côté électrique dans l'étude d'une installation de préparation du charbon.* — *Mining Congress Journal*, 1959, novembre, p. 76/80, 7 fig.

Puissance nécessaire : varie de 2 à 5 ch par t par h suivant le développement du lavoir à fines - Pour les gammes de puissances utilisées dans les lavoirs, 1 ch exige environ 1 kVA, puis on multiplie par 0,75 (facteur de diversité).

Voltage des moteurs : les moteurs à haute tension ne paraissent économiques qu'au-delà de 200 à 300 ch.

Avantages de la mise à la terre du neutre basse tension, des condensateurs pour la correction du cos  $\varphi$ .

Choix du type de moteur : couple de démarrage normal pour les ventilateurs, pompes, compresseurs, petits convoyeurs ; couple de démarrage élevé pour les convoyeurs moyens, les cribles, les broyeurs ou concasseurs, moteurs à bagues pour les grands convoyeurs, les essoreuses.

Équipement de contrôle, choix des câbles.

IND. I 06

Fiche n° 25.609<sup>I</sup>

**G. CREPEL.** Valorisation du brut. — *Bull. de l'Assoc. des anciens élèves de l'École des Mines de Douai*, 1959, octobre, p. 559/565, 3 planches.

Constatation de la dévalorisation constante du charbon brut et remèdes à appliquer. La dégradation se constate par l'augmentation de valeur du coefficient B/N au cours des dernières années ; il caractérise la saleté du charbon. Causes de cette situation - son incidence sur l'exploitation - prix de revient du traitement. D'autre part, il y a dégradation croissante de la granulométrie du charbon : étude de sa caractéristique physique : la fragmentation ou friabilité. L'humidité augmente également pour diverses raisons. Cette dévalorisation graduelle globale doit être enrayée en considérant moins la production que le rendement, le meilleur prix de revient corrélativement avec une valeur marchande à la tonne brute optimum. La valorisation est un problème dont les données, particulières à chaque cas doivent faire l'objet d'une étude systématique : parmi les éléments : analyse du charbon brut : prise des échantillons, méthodes d'échantillonnage ; pesées - précision du contrôle.

IND. I 330

Fiche n° 25.691

**I. BERKOVITCH, M. MANACKERMAN et N. POTTER.** The shale breakdown problem in coal washing. Part. I. Assessing the breakdown of shales in water. *Le problème de la désintégration du schiste dans le lavage du charbon. Première partie. Détermination de la désintégration du schiste dans l'eau.* — *Journal of the Institute of Fuel*, 1959, décembre, p. 579/589, 7 fig.

Inconvénient de la formation d'argile dans les eaux de lavage : difficultés de clarification, d'égouttage, de filtration, etc... Mesure de la désintégration des schistes dans l'eau : 100 g de schiste 3-6 mm sont agités avec 0,5 litre d'eau distillée pendant une demi-heure dans un vase en porcelaine tournant à 40 tr/min. La désintégration est caractérisée par le pourcentage du produit passant au tamis de 0,42 mm après ce traitement. L'aptitude à se décomposer en argile colloïdale est mesurée par la proportion de produit inférieur à 10 microns. Action de différents facteurs sur la désintégration : dimension initiale du grain de schiste, durée de contact avec l'eau. Essai de corrélation entre la mesure en laboratoire et le comportement réel dans le lavoir. Effets de différentes caractéristiques du schiste : pouvoir d'échange d'ions, aptitude au broyage, composition chimique et minéralogique, teneur en humidité.

IND. I 340

Fiche n° 25.628<sup>II</sup>

**W. BERGHOEFER.** Konsistenz und Schwertrübeaufbereitung (II). *Consistance et préparation d'un milieu dense (II).* — *Bergbauwissenschaften*, 1959, 20 novembre, p. 533/541, 17 fig.

Rhéologie des milieux denses au ferrosilicium, fraîchement préparés et vieillis.

Influence du calibre de l'alourdisant sur la consistance. Rhéologie de milieux stabilisés, par exemple du ferrosilicium stabilisé par de la bentonite (1 % ou 3 %), et de milieux denses dont la consistance a été abaissée par addition de tensioactifs (milieu à la baryte). Influence des impuretés sur la consistance et du mouvement de la suspension sur sa rhéologie.

Conclusions tirées des essais sur la rhéologie des milieux denses (contrainte limite de cisaillement, forme et utilisation des courbes d'écoulement) ; sur la relation entre consistance et teneur du milieu en solides, sur l'influence de la température, sur l'influence du calibre de l'alourdisant et sur la rhéologie de milieux denses stabilisés ou traités par des tensioactifs pour diminuer leur consistance. Utilisation de ces résultats, notamment en ce qui concerne la contrainte de cisaillement provoquée par le produit traité et sa corrélation avec l'efficacité du traitement.

Bibliographie : 20 références.  
(Résumé Cerchar Paris).

IND. I 342

Fiche n° 25.462

F. FONTEIN. Symposium over cyclonen : scheiden volgens s.g. hoger dan het draagmedium met behulp van een cycloon IV. *Symposium sur les cyclones : séparation à une densité supérieure à celle du milieu de transfert à l'aide d'un cyclone IV.* — *De Ingenieur*, 1959, 9 octobre, p. Ch 75/81, 9 fig. - *Engineering and Mining Journal*, 1959, juillet, p. 82/85, 4 fig., et août, p. 101/108, 7 fig.

L'auteur expose les données que l'on possède actuellement sur le fonctionnement du cyclone et insiste surtout sur la présence de courants non tangentiels le long des parois et au voisinage du noyau central. Ces courants permettent d'expliquer qu'il soit possible d'effectuer une séparation à une densité supérieure à celle du milieu porteur. Le cyclonage en eau claire est un procédé peu connu. Il a cependant déjà reçu des applications industrielles importantes : séparation de coquilles d'amande de noix palmistes, de charbon et de schiste, élimination de sable de la fécule de pomme de terre, etc...

IND. I 392

Fiche n° 26.033

SHIOU-CHUAN-SUN et W. McMORRIS. Factors affecting the cleaning of fine coals by the Convertol process. *Facteurs influençant le lavage de charbons fins par le procédé Convertol.* — *Mining Engineering*, 1959, novembre, p. 1151/1156, 6 fig.

Le but des recherches était de déterminer l'efficacité relative de différents hydrocarbures et huiles pour la récupération du charbon par le procédé Convertol, de rechercher le comportement de pulpes de charbon dans différentes conditions opérationnelles et de comparer le Convertol à la flottation.

Les essais comparatifs d'huiles ont été effectués en laboratoire en conditionnant pendant une minute une pulpe à 24 % de solides avec 8 % d'huile, en égouttant le produit sur un tamis de 100 mesh en essorant le gâteau obtenu.

Les huiles essayées sont, soit des kérosènes et des fuel oils commerciaux, soit des hydrocarbures purs.

Le pouvoir agglomérant des huiles de Convertol dépend presque uniquement de leur densité. Toutes les huiles dont les densités sont comprises entre 0,702 et 0,850 sont très efficaces. Les huiles de densité inférieure à 0,639 et supérieure à 0,966 n'ont aucune efficacité, soit par insuffisance d'hydrophobie, soit par excès de viscosité. Essais de détermination des conditions les plus favorables : concentration en huile, densité de la pulpe, durée de conditionnement, vitesse du mélangeur.

Comparaison avec la flottation.

IND. I 35

Fiche n° 24.743

W. McMORRIS Jr. Froth flotation - A tool for increased profits. *Flottation - Un outil pour accroître les profits.* — *Mining Congress Journal*, 1959, septembre, p. 35/37, 3 fig.

Étude de l'intérêt que pourrait présenter la flottation des schlamms dans les charbonnages américains.

1. La récupération d'une certaine quantité de charbon propre par flottation des schlamms coûte moins cher que l'extraction et le lavage du brut nécessaire pour fournir cette même quantité de charbon lavé.

2. La flottation facilite le problème de l'évacuation des schlamms.

3. La métallurgie a intérêt à consommer du charbon moins cendreuse et moins sulfureux.

4. Les méthodes modernes d'exploitation donnent de plus en plus de produits fins et il n'est pas logique d'éliminer une fraction importante des réserves de charbon dans les bassins à schlamm.

IND. I 42

Fiche n° 26.028

M. GEER, P. JACOBSEN et H. YANCEY. Flocculation as an aid to filtration of coal slurry. *La flocculation comme adjuvant à la filtration de schlamm.* — *U.S. Bureau of Mines, R.I. 5535*, 1959, 22 p., 2 fig.

Action des flocculants modernes sur la filtrabilité de différents schlamms plus ou moins fins - Les essais ont été réalisés dans une installation de laboratoire consistant en un réservoir conique muni d'un agitateur dans lequel on plonge une capsule filtrante. On mesure la quantité de solide disposée sur la toile filtrante au bout d'un temps déterminé et l'humidité résiduaire après une certaine période de séchage. Description des schlamms étudiés et des flocculants utilisés. Résultats des essais. Les conditions les plus intéressantes ont été reproduites dans

un petit filtre à disques de laboratoire pour confirmation. Les conclusions sont les suivantes : la filtrabilité des schlamms n'est pas liée directement à leur granulométrie et leur teneur en cendres - chaque schlamm doit être étudié individuellement pour déterminer les avantages possibles de la floculation.

Certains des floculants modernes sont si actifs que quelques dizaines de grammes par tonne sont suffisants. Mais avec plusieurs schlamms examinés, les résultats obtenus ne dépassent pas ceux possibles avec des quantités plus importantes d'amidon.

IND. I 43

Fiche n° 25.553

X. Low-cost thermal drying, increased plant efficiency, quality products. *Séchage thermique peu onéreux, accroissement de l'efficacité de l'installation, produits de qualité.* — *Coal Age*, 1959, novembre, p. 118/119, 3 fig.

Description d'un nouveau sécheur à cylindre horizontal rotatif, installé à la Robey Run Coal Co à Dola, W. Va. Il peut traiter 150 à 180 t/h de charbon 0-50 mm et réduit l'humidité de 15 à 2 %. Ce sécheur « Ruby », construit par la Ruby Equipment Co, est complètement automatique : foyer au charbon pulvérisé muni d'un brûleur pilote au gaz, contrôle électronique de la chaleur pour suivre les variations d'humidité du charbon. A la mine Robey Run, l'humidité du brut entraînait des difficultés de criblage à 6 mm. Les grains lavés par milieu dense contenaient un fort pourcentage de déclassés, ce qui provoquait un accroissement important de la consommation de magnétite et des difficultés pour la clarification des eaux. Le sécheur Ruby installé ramène le brut 0-50 mm à 2 % d'humidité. La seule économie de magnétite compense les frais de séchage.

IND. I 43

Fiche n° 25.266

E. BROCKE. Heutiger Stand der Entwässerung von Flotationsbergen. *Etat actuel de l'égouttage des schistes de flottation.* — *Glückauf*, 1959, 24 octobre, p. 1365/1374, 11 fig.

Etude générale des techniques utilisables pour convertir les eaux schisteuses résiduelles de flottation en un produit pouvant être évacué par transporteur. Elimination préalable des schistes grenus par cyclone ou par décanteur à reprise par noria. Cette élimination est intéressante car elle permet d'éviter certaines difficultés dans le traitement ultérieur par filtre-presses. Description de l'installation de la mine Osterfeld qui comporte des cyclones, un décanteur à noria, un épaisseur type Dorr et 4 batteries de filtres-presses. Cette installation traite 300 à 320 m<sup>3</sup>/h d'eau schisteuse contenant environ 25 g/litre de solides, soit environ 8 t/h de solides. Les 4 filtres-presses sont constitués de 90 cadres de 900 ×

900 mm. Un cycle complet dure 160 min dont 125 min de fonctionnement effectif (remplissage et filtration). La capacité d'un filtre est d'environ 1,1 t/h. Ces filtres fonctionnent à 3 postes. Influence de l'addition d'un floculant à l'alimentation des filtres. Les frais totaux s'élèvent à 8,40 DM/t de schistes secs. Une installation similaire, mais utilisant des filtres à vide à disques, arrive à un prix de revient de 8,68 DM/t de schistes secs. Possibilités d'utilisation des gâteaux de schiste (fabrication de briques). Possibilités de réduction des frais d'égouttage: automatisation des filtres-presses, emploi d'épaisseurs à chambres multiples.

## J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE.

IND. J 210

Fiche n° 25.635

G. WATKINS. The stability of colliery spoilbanks. *La stabilité des terrils de charbonnages.* — *Colliery Engineering*, 1959, novembre, p. 493/497, 6 fig.

L'auteur constate que les méthodes modernes d'exploitation tendent à augmenter le volume des stériles dont on doit disposer à la surface. Il considère d'abord la nature du sol qui sert de base au dépôt, puis la nature des éléments qui constituent celui-ci, ainsi que leur comportement en présence des altérations dues aux intempéries. Il envisage les divers types de dépôts et les angles de talus naturel à adopter. Il donne les formules de la pression active et passive des terrils sur le sol et calcule les forces agissant dans les fissures de tension, les glissements de terrains, les affaissements par étalement de la masse. On évalue la stabilité générale qui y correspond. Plusieurs causes peuvent compromettre cette stabilité : l'érosion superficielle, le gonflement dû au développement d'une pression hydrostatique, l'affaissement du sol marécageux ou argileux. L'auteur étudie ces différents phénomènes et indique les moyens auxquels on peut recourir pour en limiter les effets.

## P. MAIN-D'OEUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. P 23

Fiche n° 25.503

W. BEEN. Education of the mining engineer. *Formation de l'ingénieur des mines.* — *Mining Congress Journal*, 1959, octobre, p. 99/100, 1 fig.

Jusqu'à présent on a demandé aux ingénieurs plus de production, dans des gisements riches avec des moyens de production puissants. Les études récentes montrent que le problème va changer : on devra

bientôt exploiter des gisements plus profonds, moins réguliers, plus difficiles à exploiter.

Il faudra inventer de nouveaux procédés. Le comportement des terrains plastiques, l'effet des pressions de terrains, les forces contenues sont des problèmes qu'il faudra envisager. L'abattage des roches très dures, les problèmes de la manutention à ces profondeurs sont des problèmes du genre auquel il faut s'attendre.

Que doivent faire les écoles d'ingénieurs ? Il est clair que les matières enseignées dans le passé devront faire place à d'autres, dans la question de la mécanique des roches, l'ingénieur doit être formé à des mathématiques plus perfectionnées, à la mécanique des machines, à la connaissance des matières. L'analyse tridimensionnelle des tensions demande un important travail de préparation, aussi bien que la propagation des ondes. Les problèmes de géophysique ne peuvent être négligés. L'analyse statistique doit retenir l'attention : géologie générale, préparation des minerais, métallurgie ont évolué.

Certains cours doivent être rendus moins importants de manière à réduire à 4 ans la formation technique. Il faut surtout développer le goût de la recherche. Les savants et les ingénieurs travaillent les mêmes sujets mais, alors que le savant s'arrête après avoir expliqué un phénomène, l'ingénieur ne doit trouver de répit qu'après en avoir fait quelque chose d'utile. Il apprendra bien seul les techniques nécessaires à son cas particulier s'il en a acquis l'habitude dans un autre domaine. L'école doit lui insuffler la confiance en soi.

IND. P 33

Fiche n° 25.573

**P. de JONG.** Toepassing van de multimomentopname bij de arbeidsanalyse in de bovengrondse bedrijven van de Oranje-Nassau mijnen. *Mise en œuvre de l'étude élémentaire dans l'analyse du travail dans les installations du jour des mines d'Orange-Nassau.* — *Geologie en Mijnbouw*, 1959, octobre, p. 359/366, 9 fig.

Tendance croissante à améliorer les conditions de travail et obtenir un meilleur rendement ; étude d'un travail et consultations d'un bureau spécialisé dans l'étude des temps. Application à l'étude des travaux du jour, notamment dans les ateliers de réparation ; application de l'étude élémentaire pour chacune des entreprises de travaux intervenant dans une tâche : travaux spécialisés, travaux d'organisation, approvisionnement, personnel ; décomposition de ces divisions en éléments (par exemple, démontage, nettoyage, travail, remontage pour le travail spécialisé) et sous éléments (exemple pour le travail) eux-mêmes subdivisés en certains cas. Analyse de ces temps élémentaires pour chaque tâche dans un ensemble ; par exemple, dans un atelier d'entretien ou de réparation. (Résumé Cerchar Paris).

## Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 110

Fiche n° 25.693

**C. RATCLIFFE.** Economy and efficiency in mining. *L'économie et le rendement en exploitation des mines.* — *Iron and Coal T.R.*, 1959, 4 décembre, p. 993/996.

Discours présidentiel aux directeurs de charbonnages du Yorkshire : l'augmentation du rendement et de l'efficacité des méthodes d'exploitation est une nécessité impérieuse actuellement pour l'industrie charbonnière.

Des résultats satisfaisants sont souvent obtenus par une mécanisation partielle plutôt que par une mécanisation totale du front de taille. Celui-ci doit être porté à des longueurs plus grandes afin de permettre une meilleure utilisation des machines.

Les prix de revient ont augmenté par suite des hausses de salaires et on a eu recours à la mécanisation pour les comprimer, mais les machines sont coûteuses et ne se justifient que si leur taux d'utilisation est voisin du maximum. Plusieurs exemples sont cités qui démontrent que la comparaison entre une mécanisation partielle (c'est-à-dire havage mécanique, tir et chargement manuel sur blindé), et une mécanisation intégrale est à l'avantage de la première, avantage qui peut toutefois être renversé, si, au lieu de 6 fronts de 200 m, on exploite 4 fronts de 300 m.

Un autre facteur important du prix de revient est celui du matériel, son entretien et l'énergie qu'il utilise : cela représente 24 % du prix de revient.

Il importe donc d'apporter toute l'attention nécessaire à son utilisation économique.

Le discours se termine par quelques considérations sur le contrôle de la production et sur les méthodes de direction s'inspirant de la collaboration à tous les échelons de la hiérarchie.

IND. Q 110

Fiche n° 25.731

**J. DESROUSSEAU.** Le coût du temps, le rythme de marche du matériel. — *Annales des Mines de France*, 1959, novembre, p. 733/743, 4 fig.

I. La dépréciation de la machine industrielle résulte de facteurs physiques (usure), économiques (coûts unitaires des prix de revient et de vente) et de gestion (rendement variable du personnel).

L'amortissement et les charges financières, s'ils sont bien calculés, doivent représenter la contre-valeur de la dépréciation.

Les « recettes » employées couramment peuvent donner un écart négligeable, il est cependant intéressant de s'en assurer.

On caractérise souvent un investissement par la somme arithmétique des dépenses : il y a cependant lieu de tenir compte des intérêts intercalaires (formules).

Coût des retards dans les travaux d'investissement et incidence de ces retards sur les revenus ultérieurs : méthode correcte pour l'étude de ces pertes. Incidence de l'usure physique des installations. Exemples numériques.

II. Sur le rythme de marche du matériel : plan de production à long terme - problème particulier à court terme.

IND.  $\odot$  110

Fiche n° 25.419

**E. KIMMINS.** Production control : application in the mines. *Contrôle de la production : application dans les mines.* — *Iron and Coal T.R.*, 1959, 23 octobre, p. 647/654.

Principes du contrôle de la production : le système de comptabilité industrielle doit être approprié et complet, conforme à un ensemble de règles assurant une pratique uniforme et appliqué de la même manière dans toutes les mines. D'autre part, pour des raisons historiques et de facilité, chaque mine possède déjà son système propre.

Le contrôle de la production cherche à fondre toutes ces pratiques particulières en une seule forme tenant compte des meilleurs éléments, d'où le procédé : direction par standards - simplicité - contrôles immédiats - aide des contrôles historiques sans comptabilité pour établir les situations journalières - flexibilité.

Le contrôle de la production nouvellement organisé comporte 4 éléments :

- a) plan de production en 2 parties :
  - 1) plan opérationnel contrôlant les éléments de fait ;
  - 2) plan potentiel reflétant la performance maximum du puits avec les ressources disponibles ;
- b) la prévision opérationnelle représentant le tableau financier à court terme des résultats, basés sur le plan opérationnel ;
- c) le contrôle journalier ou mécanisme de contrôle d'un poste au suivant toujours conforme au plan opérationnel ;
- d) les récapitulatifs hebdomadaires et mensuels.

Le plan opérationnel comporte : quantité et qualité de l'extraction - avancements - placement de la main-d'œuvre - recrutement - heures supplémentaires - consommation - économie - équipements requis - utilisation du matériel - postes divers.

Conclusion : rien d'essentiellement neuf, avec cependant un tableau aussi fidèle que possible de l'évolution de la mine et de ses perspectives.

Discussion.

IND.  $\odot$  1122

Fiche n° 25.700

**X.** Le siège de Faulquemont (Lorraine). La mévente des flambants secs ne doit pas amener l'arrêt d'un siège remarquablement modernisé. — *Mines*, n° 5, 1959, p. 369/382, 13 fig.

L'installation de Faulquemont a commencé en 1930, cession de 7290 ha, Houiller à 504 m. Série à pendage S-W de 25° environ, on a recoupé : le Stéphanien (stérile) puis les flambants supérieurs (Westphalien D) avec à la base le stérile de Grischbach.

Division de l'exploitation - réserves des étages 680 m : de 2,5 à 4 millions de t ; de 785 m : 12 à 15 millions de t. Il s'agit de flambants secs recherchés pour les foyers domestiques.

Les circonstances actuelles ont amené une baisse de la production. 3 puits de 6,50 m de diamètre - équipement des puits - méthodes d'exploitation : tailles chassantes ou rabattantes - abattage par havage et tirs à l'explosif et au système Armstrong - soutènement métallique - essais de soutènement marchant. Convoyeurs blindés - fausses-voies et épis de remblais ou foudroyage remplacés par remblayage hydraulique ou pneumatique pour limiter les venues d'eau ou encore par remblai coulé ou sable. Nombreuses failles. Desserte par convoyeurs, berlines de 3.225 litres, locos Diesel.

Description de l'électrification, de l'aérage, de l'exhaure, du remblayage.

Préparation mécanique.

Installations du jour.

Transport, manutention - sécurité.

On vise à atteindre 4.500 tonnes par jour en 1960.

Plusieurs problèmes sont encore à l'étude afin d'y arriver.

IND.  $\odot$  1131

Fiche n° 25.694

**J. PLUMPTRE.** The Kent coalfield. *Le bassin charbonnier du Kent.* — *Iron and Coal T.R.*, 1959, 4 décembre, p. 997/1003.

Le bassin du Kent est particulièrement peu grisouteux (un seul charbonnage atteint 8 m<sup>3</sup> de grisou à la tonne), mais l'irrégularité du gisement rend la mécanisation et le développement des exploitations difficiles. Production en 1958 : 1,6 Mt.

Son origine est récente, après la première guerre mondiale.

Ses 4 mines atteignent 1.000 m avec environ 300 m de morts-terrains secondaires, la profondeur moyenne d'extraction est de 630 m, la pente est faible et varie de 3 % à l'est à 10 % à l'ouest.

L'exhaure est importante, mais les terrains tiennent relativement bien. Failles assez nombreuses.

Les couches supérieures sont pauvres ; en profondeur, le gisement est plus riche. Charbon entre 10 et 30 % de M.V. Sous la Manche, il passe aux anthracites. La friabilité du charbon favorise l'emploi

des rabots. Une caractéristique du bassin est la variabilité de la teneur en matières volatiles, tant dans le sens horizontal que dans le sens vertical. La densité du charbon et la puissance des couches subissent des fluctuations analogues.

La situation du Kent sous le rapport du recrutement de la main-d'œuvre est relativement difficile à cause de la création récente de l'exploitation dans une région où, entre les deux guerres, il fallait faire venir d'ailleurs des ouvriers spécialisés.

IND. Q 1131

Fiche n° 25.726

J. DANDO. Future of mining in the West Midlands - Planning and reconstruction. *L'avenir de l'exploitation dans les West Midlands - Projets et modernisations.* — Iron and Coal T.R., 1959, 11 décembre, p. 1067/1071.

La production des West Midlands doit être portée de 16 à 18 millions de tonnes. L'instabilité du marché charbonnier demande des prévisions à long terme prudentes et une flexibilité des moyens de production à laquelle les installations et l'organisation ne s'adaptent pas facilement. La tendance dans les projets de modernisation est vers la concentration et un nombre réduit d'unités à forte production et à rendement élevé.

De nombreux puits nouveaux de 7,20 m de diamètre et de plus de 1.000 m de profondeur seront foncés et, malgré les avancements que les procédés modernes permettent d'atteindre, les délais d'exécution sont assez importants.

Depuis la nationalisation, 51 machines d'extraction ont été électrifiées. Une extraction Koepe à 4 câbles de 3.300 ch pour 20 tonnes de charge utile, des ventilateurs d'une puissance de 3.000 ch, des installations de roulage souterrain avec locomotives, des usines de préparation mécanique et de nombreuses améliorations diverses figurent parmi les projets de reconstruction. Leur exécution entraîne la collaboration d'un personnel technique de haute qualité et une parfaite organisation de la direction.

IND. Q 1132

Fiche n° 25.595

X. Granville colliery reconstruction. *La modernisation du charbonnage de Granville.* — Colliery Guardian, 1959, 26 novembre, p. 485/492, 8 fig.

Granville, division Ouest Midlands, est un charbonnage d'importance modeste, mais où le rendement a été poussé au maximum. Réserves, 8 couches exploitables entre 450 et 570 m. L'extraction, presque doublée depuis la nationalisation, atteint actuellement 900 t/jour avec un rendement global de 1.450 kg et on vise 1.200 t/jour avec un total de 775 ouvriers dont 307 à front avec un rendement total de 1.750 kg et 4.500 kg au front de taille. Le programme comporte principalement l'affectation de deux puits voisins de 2,40 m de diamètre au retour

d'air et de deux puits voisins de 3 m de diamètre à l'entrée de l'air et à l'extraction, reliés aux deux premiers par deux tunnels d'environ 1 km, réunissant ainsi deux sièges en un et améliorant beaucoup la ventilation. Le programme comporte en outre l'amélioration du transport souterrain : berlines de 2,5 t au lieu de 1 t, locomotives à accus, nouvelles recettes, recarriages et accommodations diverses, et différentes reconstructions en surface.

IND. Q 1132

Fiche n° 25.570

X. Bedlay colliery. *Le charbonnage de Bedlay.* — Colliery Guardian, 1959, 12 novembre, p. 421/427, 7 fig.

Le charbonnage de Bedlay à l'est de Glasgow exploite des couches de 0,60 m à 0,80 m, 675 t/jour, rendement 885 kg avant la réorganisation commencée en 1952, élevant la production à 270.000 t par an, au lieu de 178.000 t et le rendement à 1.300 kg. L'extraction est concentrée au puits n° 3 dont la tour et les installations de préparation nouvelles ont dû être fondées sur pieux en raison de la nature trop meuble des terrains. La tour a 39 m de hauteur. Machine d'extraction électrique 1.050 ch semi-automatique, munie des dispositifs de contrôle et de sécurité nécessaires. Deux cages équilibrées à deux paliers, une berline de 3 t par palier, supportées par 4 câbles. Profondeur : 354 m. Freinage dynamique.

On donne la description du circuit des berlines à la surface avec les appareillages de contrôle et d'automatisme des manœuvres, et au fond, où également le transport est rendu automatique aux abords de la recette par des poussoirs pneumatiques, arrêts, remonteurs de pentes, système Lofco, etc. Le schéma général de ces installations est fourni.

La réorganisation a également comporté un nouveau ventilateur à flux axial de 350 ch.

L'exploitation des tailles est peu mécanisable à cause de la minceur des couches, mais le chargement est cependant en partie fait par chargeuses à bande et le remblayage par scrapers est organisé en utilisant les bosseyements.

IND. Q 1141

Fiche n° 25.764

H. ROLSHOVEN. Lage des Saarbergbaus 1959 und Persönlichkeiten des Saarbergbaus. *La situation dans les mines de la Sarre et les personnalités de ces mines.* — Schlägel und Eisen, 1959, décembre, p. 783/788, 8 fig.

A l'occasion du jubilé de la mine St-Barbara, le président du conseil (en vedette) a fait un exposé de la situation économique dont la revue donne un résumé.

En 1959, environ 10 % de la production possible n'ont pas pu être écoulés : 0,6 M t a été mis en stock et on a chômé pour 1,1 M t. Les stocks ont atteint ainsi 2 M t. Cette année a vu de nouvelles règles dans les domaines des salaires, des heures de travail

et des jours de repos (en 1964, ils atteindront le nombre de 25 jours pour le fond et 16 pour la surface). Le nombre d'habitations privées pour les mineurs est en augmentation. A cause de la crise, une amélioration des tarifs de transport est urgente, spécialement dans la direction de la France. Quant à l'extraction, il ne faut pas produire plus, mais plus économiquement. Le courant électrique et le gaz sont les deux plus grandes bases de débouché pour l'avenir du charbon. Le charbon et la carrière de mineur ont un avenir.

L'article suivant donne la biographie des personnalités minières du bassin.

IND. Q 31

Fiche n° 25.617

**Y. LENSSENS.** Le problème charbonnier en Belgique : pour ou contre la fermeture des mines marginales. — *Annales des Sciences Economiques et Financières*, 1959, juillet, p. 317/325.

Les économistes qui s'aventurent dans le maquis de la question charbonnière, prétent évidemment le flanc à la critique. Dans le texte, on lit parmi un certain nombre de remarques plus pertinentes : Le marché charbonnier n'est pas un marché unique puisqu'il existe plusieurs sortes de charbons à usage spécifique, on distingue les anthracites, les charbons maigres, les charbons industriels et les charbons à coke. Les mines belges qui produisent les charbons anthracites et maigres ne souffrent point actuellement de la mévente, car il y a dans la Communauté Européenne une pénurie générale de ces sortes de charbon. Les charbonnages qui stockent sont ceux qui produisent des charbons industriels et dans une moindre mesure des charbons à coke. Or ces charbonnages sont précisément les charbonnages du Bassin du Sud ! On comprend alors à quelle conclusion l'auteur arrive. En fait, le problème est quand même un peu plus compliqué.

IND. Q 32

Fiche n° 25.580

**H. BURCKHARDT.** Probleme des Kohlenbergbaus im Rahmen der Energiepolitik. Steinkohlentag 1959. *Problèmes charbonniers dans le cadre de la politique de l'énergie à la Journée du Charbon 1959.* Texte complet dans : **Glückauf**, 1959, 5 décembre, p. 1554/1566. - **Schlägel und Eisen**, 1959, novembre, p. 705/709 - **Bergbau Rundschau**, 1959, novembre, p. 579 (Résumé).

En 1958, 12 % de la production sont restés sur le carreau des mines ; en 1959, malgré les mesures de réduction de la production, jusque fin septembre, 10 % de celle-ci n'ont pu s'écouler. Ceci est dû non seulement à des modifications structurelles du marché mais aussi à des erreurs passées dans la politique de l'énergie ; à ce dernier point de vue, il faut immédiatement rendre la concurrence plus équitable avec le pétrole. Notre tâche à nous (charbonniers allemands) est d'augmenter notre pouvoir concurrentiel

par des mesures de rationalisation très poussées afin, à longue échéance, d'assurer à l'Allemagne et à l'Europe un service économique de l'énergie. Tous les pays du monde se posent les trois mêmes questions : l'importation d'énergie est-elle garantie ? - les prix resteront-ils raisonnables ? - comment nous procurerons-nous les devises nécessaires ? La France n'est pas la moins prudente dans ce domaine : le gaz de Lacq et le pétrole d'Algérie lui assureront une grande indépendance. Il est certain que la production nationale garantit la réponse à toutes les questions. D'autre part, jusqu'à la fin du siècle, la population du monde va passer de 2,8 Ma à 5 Ma. En réalité, la situation momentanée actuelle est due à un dumping des pétroliers qui cherchent à accroître leurs débouchés grâce à des fermetures de charbonnages, quitte à reprendre avec usure après coup ce que l'on perd maintenant : en Allemagne, alors que le prix du benzène n'a pas diminué, celui des huiles de chauffage a baissé de 50 % depuis 1957. Avec l'appui du gouvernement allemand, les mines tiendront le coup ; depuis le début de 1958, les chantiers mécanisés ont augmenté en nombre de 10 %, les points d'abatage complètement mécanisés sont passés à 258, soit 58 % de plus qu'avant la crise. La centralisation a diminué le nombre de tailles de 18 % de 1951 à 1959 et la production par taille s'est accrue de 22 %. L'ouverture moyenne passe de 93 cm à 1,03 m. Le rendement est augmenté de 316 kg malgré la semaine de 5 jours. L'effort porte actuellement surtout sur l'accroissement des avancements. La recherche technique conditionne le progrès.

A la même réunion : W. Bellingrodt a parlé de l'accroissement de la productivité par les communications et B. Hofmeister : de l'anoblissement thermique du charbon.

## R. RECHERCHES. DOCUMENTATION.

IND. R 123

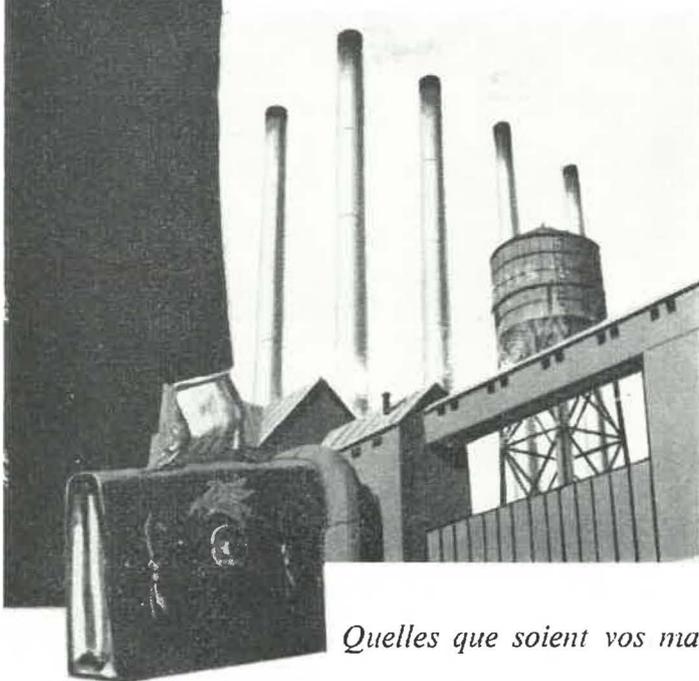
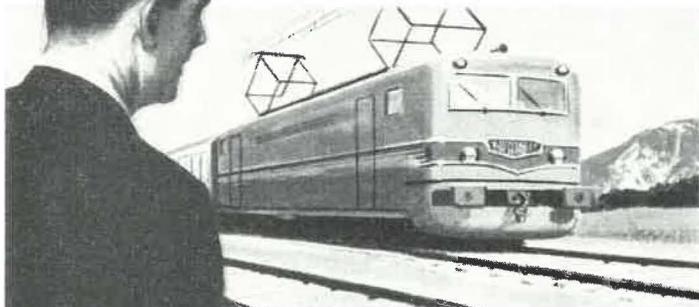
Fiche n° 25.690

**D. HICKS.** Methods of scientific research in mining. *Les méthodes de la recherche scientifique dans l'exploitation des mines.* Communication au Congrès de Varsovie (cf f. 23.541 - R 215) — **Colliery Guardian**, 1959, 10 décembre, p. 583/592.

L'art des mines présente un cas assez particulier parmi les autres sciences en ce qu'il dépend davantage de conditions naturelles variables et d'aléas imprévisibles.

Les méthodes rationnelles de la méthode scientifiques sont toutefois applicables avec profit à de nombreux problèmes qui se présentent dans l'exploitation du charbon.

L'exploration des ressources des gisements est un exemple : l'étude des données fournies par les son-



*Quelles que soient vos machines*

## Le technicien Mobil vous aide à en tirer le maximum avec le Programme Mobil de lubrification rationnelle

Voici l'un des hommes qui connaissent le mieux la lubrification industrielle. Il bénéficie des 90 années d'expérience Mobil dans le domaine des lubrifiants. Il a lui-même une longue pratique des machines les plus diverses. Mieux que personne il peut vous recommander un programme de lubrification simple et efficace qui

diminuera rapidement les dépenses de fonctionnement et améliorera le rendement de votre matériel.

**Prix de revient moindres** - Avec le Programme Mobil, quels que soient vos machines, leur âge, leur type, le technicien Mobil vous permet de supprimer les temps morts et les gaspillages de produits, d'espacer les révisions, d'éliminer

les avaries dues à un mauvais graissage et les réparations qu'elles entraînent.

**Production améliorée** - Le technicien Mobil sait déterminer les moyens les plus simples pour maintenir votre matériel en bon état et vous assurer, par la régularité de son fonctionnement, une production maximum.

Appelez dès aujourd'hui le service Technique de MOBIL OIL BELGE,  
4, Place de Louvain, Bruxelles - 18.13.60.

Un technicien Mobil viendra vous expliquer en détail les résultats que vous pouvez obtenir avec le programme Mobil



**ECONOMY SERVICE**

dages, les recherches paléontologiques et géologiques ont fourni bien des exemples de découvertes utiles.

L'abattage du charbon, le contrôle du toit, le transport souterrain, la possibilité d'utiliser telle ou telle machine dans telle ou telle couche, constituent d'autres exemples. La sécurité du travail, la prévention des maladies, l'hygiène en sont également.

L'article considère ensuite les problèmes de direction, susceptibles de l'étude scientifique, et les recherches opérationnelles dont il cite plusieurs applications réalisées récemment en Angleterre par le N.C.B. : prolongation de la durée des courroies de convoyeurs, communications souterraines par téléphones, creusement des travers-bancs et fonçages de puits, etc...

---