

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. — Enquête sur la catastrophe de Marcinelle. Conclusions de la Commission. —
Onderzoek op de ramp van Marcinelle. Conclusies van de Commissie. — H. Marchandise : Ventilation souterraine.
— A.I.B. : Essais de fatigue au vibrophore sur fils de câbles. — C. Bihl : Danger de court-circuit (résumé). —
E. Dessalles : Electrification du fond. Courts-circuits. — A. Vandenneuvel : Statistique sommaire 1956. — Inichar :
Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

COMITE DE PATRONAGE

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

BESCHERMEND COMITE

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

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 LESPALU, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
- H. FRESON, Directeur divisionnaire des Mines, à Bruxelles.
- P. GERARD, Directeur divisionnaire des Mines, à Hasselt.
- H. LABASSE, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Embourg.
- R. LEFEVRE, Directeur divisionnaire des Mines, à Jumet.
- G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
- P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique,

BESTUURSCOMITE

- HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
- J. VENTER, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolenmijnverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.
- P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap « Evence Coppée et Cie », te Brussel.
- C. DEMEURE de LESPALU, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
- H. FRESON, Afdelingsdirecteur der Mijnen, te Brussel.
- P. GERARD, Afdelingsdirecteur der Mijnen, te Hasselt.
- H. LABASSE, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Embourg.
- R. LEFEVRE, Afdelingsdirecteur 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° 6 — JUNI 1957

ANNALEN
DER MIJNEN
VAN BELGIE

Nr 6 — JUNI 1957

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	464
Commission d'enquête sur les causes de la catastrophe survenue au Charbonnage du Bois-de-Cazier le 8 août 1956 — Conclusions de la Commission	469
Commissie belast met het onderzoek van de oorzaken van de ramp in de Kolenmijn Bois-de-Cazier den 8 augustus 1956 — Conclusies van de Commissie	469

MEMOIRE

H. MARCHANDISE — Etudes de ventilation souterraine	494
---	-----

NOTES DIVERSES

A. I. B. — Rapport sur les essais de fatigue sur fils de câbles d'extraction exécutés au moyen du vibrophore Amsler 2 tonnes	522
C. BIHL — Le danger de court-circuit dans les réseaux d'électrification du fond (résumé)	536
E. DESSALLES — Electrification du fond — Courts-circuits et mises accidentelles à la terre	538

STATISTIQUE

A. VANDENHEUVEL — L'industrie charbonnière pendant l'année 1956 — Statistique sommaire et résultats provisoires	547
--	-----

BIBLIOGRAPHIE

INICHAR — Revue de la littérature technique.	570
---	-----

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

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

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

BASSINS MINIERS	Production totale (Tonnes)	Consommation propre et fournitures au personnel (tonnes) (1)	Stock (tonnes)	Jours ouverts (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	349.220	40.893	37.191	23,77	2.622	14.670	19.993	0,18	0,39	1,00	1,36	1.001	735	82,84	85,40	- 134	+ 36	- 93	1.096
Centre	303.327	29.155	42.378	23,49	1.702	12.114	16.609	0,13	0,37	0,94	1,29	1.066	777	86,05	87,56	- 97	+ 73	- 24	1.796.743
Charleroi	616.354	71.704	52.017	22,99	4.223	22.004	31.222	0,16	0,34	0,83	1,18	1.199	845	85,62	87,14	- 176	+ 289	+ 113	3.833.655
Liège	381.605	42.357	43.956	23,83	2.703	16.992	23.017	0,17	0,43	1,06	1,44	942	696	83,06	85,38	- 92	- 17	- 109	—
Campine	896.630	56.873	42.834	25,00	3.769	24.565	33.446	0,11	0,26	0,68	0,93	1.460	1.072	86,81	89,02	- 222	+ 235	+ 13	1.915.713
Le Royaume	2.537.136	240.953	218.376	23,90	14.993	90.300	124.177	0,14	0,34	0,85	1,17	1.176	855	85,06	87,16	- 721	+ 616	- 105	8.642.396
1957 Février	2.391.082	294.189	209.357	22,58	15.054	89.756	122.338	0,14	0,34	0,86	1,18	1.166	849	85,35	87,22	- 15	+ 975	+ 961	7.648.164
Janvier	2.417.127	323.932	209.895	23,66	14.489	86.742	118.718	0,14	0,34	0,87	1,20	1.150	834	85,29	87,22	+ 613	+ 173	+ 786	8.392.030
1956 Décembre	2.355.037	310.771	179.159	22,65	14.767	87.799	120.086	0,14	0,34	0,86	1,19	1.158	838	85,44	87,53	+ 278	+ 497	+ 775	8.474.602
Moy. mens.	2.462.926	290.314	179.157(7)	23,47	15.099	88.741	120.982	0,14	0,35	0,86	1,19	1.160	841	84,21	86,29	- 357	- 300	- 657	7.986.732
1955 Moy. mens.	2.498.151	281.480	370.699(7)	24,59	16.256	87.191	119.961	0,16	0,36	0,87	1,21	1.148	826	82,56	84,96	- 423	+ 721	+ 298	5.451.264
1954 Moy. mens.	2.437.393	270.012	2.806.020(7)	24,04	17.245	86.378	124.579	0,16	0,38	0,91	1,27	1.098	787	83,53	85,91	- 63	- 528	- 591	5.020.527
1953 Moy. mens.	2.505.024	196.883	3.063.210(7)	24,27	18.357	95.484	131.954	0,18	0,40	0,94	1,32	1.060	758	78	81	+ 10	- 450	- 440	4.595.867
1952 Moy. mens.	2.532.030	199.149	1.678.220(7)	24,26	18.796	98.254	135.696	0,18	0,40	0,96	1,34	1.042	745	78,7	81	- 97	- 7	- 104	3.702.887
1951 » »	2.470.933	216.116	214.280(7)	24,20	18.272	94.926	133.893	0,18	0,39	0,95	1,36	1.054	738	79,6	82,4	- 503	+ 1235	+ 732	2.334.178
1950 » »	2.276.735	220.630	1.041.520(7)	23,44	18.543	94.240	135.851	0,19	—	0,99	1,44	1.014	696	78	81	- 418	- 514	- 932	—
1949 » »	2.321.167	232.463	1.804.770(7)	23,82	19.890	103.290	146.622	0,20	—	1,08	1,55	926	645	79	83	—	—	—	—
1948 » »	2.224.261	229.373	840.340(7)	24,42	19.519	102.081	145.366	0,21	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 » »	2.465.404	205.234	2.227.260(7)	24,20	18.739	91.945	131.241	0,18	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 » »	1.903.486	187.143	955.890(7)	24,10	24.844	105.921	146.084	0,32	—	1,37	1,39	731	528	—	—	—	—	—	—

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 ouverts, 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 m³ à 8 500 Kcal, 0° C 760 mm de Hg.

(7) Stock fin décembre.

(8) Chiffres influencés par une réduction importante du personnel inscrit aux charbonnages du « Bois-du-Cazier ».

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
1957 Mars	423.094	12.988	644.713	364	155.971	290.868	17.149	11.140	46.969	46.952	79.176	13.304	25.532	59.365	68.600	25.692	37.420	327.923	2.357.022
Février	431.847	16.207	575.437	489	158.601	217.316	17.545	12.703	38.496	43.499	81.370	15.703	23.387	56.138	64.573	26.122	30.755	285.156	2.149.778
Janvier	434.046	18.134	567.181	486	158.993	233.006	17.022	15.723	37.831	39.622	66.871	15.211	22.986	58.434	62.855	21.159	28.434	265.012	2.087.775
1956 Moy. mens.	420.304	15.619	599.722	476	139.111	21.973	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.683	20.835	31.852	97.048	1.913.243
1955 Moy. mens.	419.042	14.158	577.925	953	120.799	256.113	23.618	12.022	42.050	42.128	109.357	13.403	30.162	62.680	69.034	19.826	34.057	573.733	2.421.060
1954 Moy. mens.	415.609	14.360	485.878	1.733	109.037	240.372	24.211	12.299	40.485	46.952	114.348	14.500	30.707	61.361	62.818	19.898	30.612	465.071	2.189.610
1953 Moy. mens.	457.333	14.500	539.667	—	105.167	260.583	25.083	12.000	39.917	43.750	116.833	14.750	33.833	58.250	81.000	19.333	24.000	346.750	2.192.749
1952 » »	480.657	14.102	708.921	—	275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669	
1951 » »	573.174	12.603	665.427	—	322.894	42.288	19.392	36.949	49.365	125.216	22.251	33.064	76.840	87.654	21.389	82.814	143.093	2.319.813	

GENRE	PERIODE	Fours en activité		Charbon (t)			Huiles combustibles †	Production			Consommation propre	Livraisons au personnel de la cokerie	COKE (t)								Stock en fin de mois †	Ouvriers occupés				
		Batteries	Fours	Reçu		Enfourné		Gros coke de plus de 80 mm	Autres	Total			Secteur domestique	Administrations publiques	Sidérurgie	Centrales électriques	Usines à gaz	Chemins de fer	Autres secteurs	Exportations			Total			
Minières		7	271	162.601	1.937	164.538	—	102.357	22.129	124.486	240	2-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23.435	929	
Sidérurgiques		27	987	409.380	153.516	562.896	—	338.331	70.123	408.454	4.257	4.726	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46.638	2.526	
Autres		11	287	67.675	74.793	142.468	238	82.162	23.006	105.168	2.027	149	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35.861	1.236	
Le Royaume		45	1.545	639.656	231.246	869.902	238	522.850	115.258	638.108	6.524	5.161	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	105.934	4.688	
1957 Février		45	1.538	563.339	165.230	741.219	419	474.373	102.859	577.232	7.567	6.036	17.522	4.841	418.704	948	—	1.151	57.751	58.555	559.472	8.689	4.702			
Janvier		44	1.530	568.269	193.998	817.003	679	515.774	112.630	628.404	11.353	7.416	20.469	4.833	456.311	1.918	—	1.656	62.153	72.975	620.311	76.532	4.672			
1956 Moy. mens.		44	1.530	602.025	196.730	784.875	536	494.239	111.632	605.871	12.057	5.150	15.372	5.003	433.510	1.918	69	2.200	52.754	76.498	587.325	87.208 ⁽²⁾	4.731 ⁽²⁾			
1955 Moy. mens.		4	1.440 ⁽¹⁾	576.916	144.284	713.481	182	446.924	103.072	549.996	13.576	3.799	12.900	3.023	407.006	2.620	94	1.319	45.942	54.385	537.289	71.133 ⁽²⁾	4.409			
1954 Moy. mens.		42 ⁽¹⁾	1.444 ⁽¹⁾	479.201	184.120	663.321	5.813 ⁽³⁾	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	385	1.585	42.611	73.859	498.608	127.146 ⁽²⁾	4.270			
1953 Moy. mens.		41 ⁽¹⁾	1.432 ⁽¹⁾	541.257	101.536	645.793	1.793 ⁽³⁾	385.811	109.640	495.451	18.421	2.984	11.083	3.334	339.750	1.750	250	1.584	44.083	68.333	470.167	201.013 ⁽²⁾	3.930			
1952 » »		42 ⁽¹⁾	1.471 ⁽¹⁾	596.891	98.474	695.365	7.624 ⁽³⁾	421.329	112.605	533.934	12.937	3.215	12.260	4.127	368.336	1.039	279	1.358	48.331	80.250	515.980	100.825 ⁽²⁾	4.284			
1951 » »		40 ⁽¹⁾	1.442 ⁽¹⁾	459.724	201.122	660.846	14.297 ⁽³⁾	399.624	109.409	508.033	18.498	3.498	16.295	2.968	364.833	1.299	—	1.904	55.969	40.684	484.253	67.270 ⁽²⁾	4.147			
1950 » »		42 ⁽¹⁾	1.497 ⁽¹⁾	481.685	21.861	508.546	14.879 ⁽³⁾	297.005	86.167	383.172	19.179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1949 » »		44 ⁽¹⁾	1.532 ⁽¹⁾	487.757	66.436	554.193	11.025 ⁽³⁾	315.740	103.825	419.565	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1948 » »		47 ⁽¹⁾	1.510 ⁽¹⁾	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1938 » »		56 ⁽¹⁾	1.689 ⁽¹⁾	399.963	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1913 » »		—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

GENRE	PERIODE	GAZ (en 1.000 m³) (1)				SOUS-PRODUITS (t)					GENRE	Production (t)			Consommation propre †	Livraisons au personnel	Matières premières (t)		Ventes et cessions †	Stock (fin du mois) †	Ouvriers occupés	
		Production	Consommation propre	Débit			Brai	Goudron brut	Ammoniaque (en sulfate)	Benzol		Huiles légères	Boulets	Briquettes			Totale	Charbon				Brai
Minières		50.089	25.754	22.023	—	595	13.788	—	4.015	1.459	1.288	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sidérurgie		178.587	86.439	34.279	59.315	7.037	45.430	—	13.810	4.829	3.542	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Autres		46.870	21.311	13.945	—	3.494	15.157	—	3.800	1.113	1.221	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Le Royaume		275.546	133.538	70.247	59.315	11.126	74.375	—	21.625	7.401	6.051	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1957 Février		249.160	120.561	59.840	54.488	11.081	70.165	—	19.935	5.777	5.359	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Janvier		274.937	132.124	66.528	59.805	12.010	81.936	—	22.257	7.245	5.927	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1956 Moy. mens.		266.451	126.698	78.704	56.854	7.424	72.452	—	20.628	7.064	5.569	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1955 Moy. mens.		245.435	127.825	70.872	55.427	5.976	66.905	—	17.926	6.642	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1954 Moy. m.		233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	1.630	15.911	5.410	3.624	2.565	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1953 Moy. mens.		212.801	110.781	63.220	43.659	5.310	62.585	2.109	16.011	5.070	4.020	1.053	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1952 Moy. mens.		229.348	134.183	67.460	46.434	3.496	62.714	2.320	17.835	6.309	4.618	747	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1951 Moy. mens.		232.666	138.476	68.912	42.906	4.967	63.219	2.197	17.032	6.014	4.156	605	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1950 Moy. mens.		193.619	126.601	(2)	(2)	(2)	(2)	1.844	13.909	4.764	3.066	632	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1949 Moy. mens.		185.659	140.644	(2)	(2)	(2)	(2)	1.614	15.129	5.208	3.225	1.322	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1948 Moy. mens.		105.334 ⁽³⁾	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	—	16.053	5.624	4.978	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1938 Moy. mens.		75.334 ⁽³⁾	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	—	14.172	5.186	4.636	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Minières		129.027	35.084	164.111	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Indépend.		8.133	—	8.133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Le Royaume		137.160	35.084	172.244	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1957 Février		139.332	34.020	173.352	5.031	15.429	153.821	13.593	155.979	5.390	612	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Janvier		138.648	34.402	173.010	4.856	16.936	161.527	12.954	151.224	5.340	544	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1956 Moy. mens.		116.195	35.489	151.683	4.027	12.354	141.974	12.125	135.303	4.684 ⁽¹⁾	548	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1955 Moy. mens.		91.175	38.272	129.447	4.333	11.367	121.914	9.941	114.491	6.191 ⁽¹⁾	579	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1954 M. m.		75.027	39.829	114.856	4.521	10.520	109.189	9.098	109.304	11.737 ⁽¹⁾	589	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1953 Moy. mens.		70.839	40.213	111.052	4.453	9.748	104.410	9.051	112.289	12.243 ⁽¹⁾	558	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1952 » »		71.262	52.309	123.571	1.732	103	115.322	10.094	119.941	36.580 ⁽¹⁾	638	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1951 » »		86.399	64.475	150.844	1.608	95	138.946	12.915	150.535	4.900 ⁽¹⁾	722	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1950 » »		38.898	46.079	84.977	2.488	377	78.180	7.322	85.999	—	552	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1949 » »		20.574	44.702	65.276	—	—	60.240	5.558	63.697	—	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1948 » »		27.014	53.834	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1938 » »		39.742	102.948	142.690	—	—	129.797	12.918	—	—	873	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1913 » »		—	—	217.387	—	—	197.274	—	—	—	1911	—	—	—	—							

PERIODE	Quantités reçues m³			Consommation totale y compris les exportations (m³)	Stock à la fin du mois (m³)	Quantités reçues +			Consommation totale t	Stock à la fin du mois t	Exportations t
	Origine indigène	Importation	Total			Origine indigène	Importation	Total			
1957 Mars . . .	55 116	7 372	62 488	80 841 (3)	591 530	7 990	10 843	18 833	13 437	73 932	(1)
Février . . .	49 094	9 827	58 921	79 078 (3)	611 114	8 210	11 739	19 949	13 593	68 762	(1)
Janvier . . .	48 316	11 577	59 893	81 957 (3)	632 469	9 960	14 796	24 756	12 954	62 626	2 059
Moy. mens. . .	68 136	20 880	89 016	82 116	655 544 (2)	6 395	3 236	9 631	9 941	—	391,6
1955 Moy. mens. . .	68 136	20 880	89 016	88 300	—	6 395	3 236	9 631	9 941	33 291 (1)	391,6
1954 Moy. mens. . .	67 128	1 693	68 821	87 385	428 456 (2)	4 959	4 654	9 613	8 868	37 023 (1)	2 468
1953 Moy. mens. . .	66 994	1 793	68 787	91 430	703 050 (2)	4 156	3 839	7 995	8 769	28 077 (1)	3 602
1952 » »	73 511	30 608	1 4 119	91 418	880 695 (2)	4 624	6 784	11 408	9 971	37 357 (1)	2 014
1951 » »	64 936	30 131	95 067	93 312	643 662 (2)	6 394	5 394	11 788	12 722	20 114 (1)	208
1950 » »	62 036	12 868	74 904	90 209	570 013 (2)	5 052	1 577	6 629	7 274	31 325 (1)	1 794
1949 » »	75 955	25 189	101 144	104 962	727 491 (2)	2 162	853	3 015	5 156	39 060 (1)	453

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

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
1957 Mars (1)	12 991	20 399	8 989	831	220	479	43 909	27 204	16 193	2 095	16 110
Février (2)	12 974	20 279	9 044	878	206	371	43 752	26 377	17 289	1 658	16 038
Janvier (2)	13 424	20 381	9 046	974	193	405	44 423	24 315	17 476	1 970	15 955
1955 Moy. mens. . .	12 942	17 602	6 789	914	192	366	38 807	22 888	16 211	1 736	15 685
1954 Moy. mens. . .	12 809	17 726	5 98	965	140	389	38 017	24 331	14 552	1 850	15 827
1953 Moy. mens. . .	12 152	16 594	6 143	794	—	526	36 209	24 167	11 530	1 000	14 986
1952 Moy. mens. . .	12 035	15 956	6 757	850	—	557	36 155	23 833	12 729	2 017	16 227
1951 Moy. mens. . .	11 541	16 691	6 232	844	—	597	35 905	22 750	16 675	2 183	16 647
1950 Moy. mens. . .	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) Chiffres provisoires. (2) Chiffres rectifiés.

PERIODE	Hauts fourneaux en activité	Produits bruts			Produits demi-finis (1)		Produits			
		Fonte	Acier Total	Fer de masse	Pour relamineurs belges	Autres	Aciers marchands	Profils et zores (1 et U de plus de 80 mm)	Rails et accessoires	Fil machine
1957 Février (2)	51	461 205	520 770	2 934	52 327	27 676	158 201	24 284	9 359	42 458
1957 Janvier (2)	51	503 064	577 161	3 277	78 866	33 742	166 068	29 578	0 829	41 833
1956 Décembre (2)	50	483 412	539 610	5 199	66 890	17 397	148 091	24 612	9 445	40 221
Janvier	51	441 721	493 241	4 427	55 998	17 665	146 547	21 259	7 012	40 153
Moyenne mens. . .	50	449 196	491 693	5 353	53 976	27 195	142 821	20 390	6 536	40 662
1954 Moy. mens. . .	47	345 424	414 378 (3)	3 273	109 959	—	113 900	15 877	5 247	36 301
1953 Moy. mens. . .	50	350 819	374 720	2 824	92 175	—	99 964	16 203	8 291	34 414
1952 Moy. mens. . .	50	399 133	422 281	2 772	97 171	—	116 535	19 939	7 312	37 030
1951 Moy. mens. . .	49	405 676	415 795	4 092	99 682	—	111 691	19 483	7 543 (6)	46 494
1950 » »	48	307 898	311 034	3 584	70 503	—	91 952	14 410	10 668	36 008
1949 » »	48	312 441	315 203	2 965	58 052	—	91 460	17 283	10 370	29 277
1948 » »	51	327 416	321 059	2 573	61 951	—	70 980	39 383	9 853	28 979
1938 » »	50	202 177	184 369	3 508	37 839	—	43 200	26 010	9 337	10 603
1913 »	54	207 058	200 398	25 363	127 083	—	51 177	30 219	28 489	11 852

(1) Qui ne seront pas traités ultérieurement dans l'usine qui les a produits. (2) Chiffres provisoires. (3) A partir de janvier 1957 la production comprend les tôles à étamer, galvaniser ou plomber ; ces tôles étaient exclues antérieurement. (4) A partir de janvier 1957 augmentation du nombre de déclarants.

IMPORTATIONS					EXPORTATIONS			
Pays d'origine Périodes Répartition	Charbons t	Cokes t (1)	Agglomérés t	Lignite t (2)	Destination	Charbons t	Cokes t	Agglomérés t
France	48.906	—	16	—	France	114.992	42.902	30.477
Pays-Bas	33.136	9.470	5.293	45	Italie	4.316	—	—
Pays de la CECA	264.559	17.949	8.653	9.146	Luxembourg	3.272	18.169	640
Royaume-Uni	59.889	12.342	957	—	Pays-Bas	137.036	5.291	13.058
Etats-Unis d'Amérique	226.469	—	—	—	Sarre	—	—	—
U.R.S.S.	4.350	—	—	—	Pays de la CECA	281.216	66.362	54.722
Afrique du Sud	2.767	—	—	—	Danemark	—	4.100	—
Maroc	1.834	—	—	—	Finlande	20	—	—
Pays tiers	295.309	12.342	957	—	Hongrie	—	—	50
Ensemble mars 1957	559.868	30.291	9.610	9.146	Norvège	2.400	1.980	—
1957 Février	493.617	26.396	7.692	7.652	Royaume-Uni	55.828	—	—
Janvier	539.434	18.143	8.067	8.454	Suisse	23.361	434	720
1956 Décembre	564.021	12.127	6.659	9.959	Congo Belge	—	290	—
Moyenne mens.	398.929	12.325	6.038	8.466	Pays tiers	41.609	6.804	770
Mars	335.405	12.149	4.585	8.999	Ensemble janvier 1957	362.825	73.166	55.492
Répartition :					1957 Février	312.373	58.555	57.144
1) Secteur domestique	90.697	3.614	8.447	8.591	Janvier	275.755	72.975	53.276
2) Secteur industriel	415.804	26.885	60	55	1956 Décembre	283.723	79.135	49.150
Réexportations	34.902	—	—	—	Moyenne mens.	371.895	77.133	53.467
Mouvement des stocks	18.460	+ 428	+ 1.103	—	Mars	457.283	74.457	43.475

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

URGIE

FEVRIER 1957

TION (t)

finis										Ouvriers occupés
Tôles fortes 4,76 mm et plus	Tôles moyennes 3 à 4,75 mm	Larges plats	Tôles fines noires (3)	Tôles galvanisées, plombées et étamées (4)	Feuillards, bandes à tubes, tubes sans soudure	Divers	Total	Tubes soudés (4)		
55.075	9.655	2.154	69.805	28.988	25.326	5.135	430.340	9.066	55.630	
60.011	12.595	3.001	70.395	32.861	28.192	6.780	462.643	8.351	55.738	
60.124	9.651	3.039	39.517	23.913	25.346	5.264	389.289	3.946	55.792 ⁽¹⁾	
45.742	14.224	3.461	44.481	23.031	29.726	3.330	378.966	4.322	52.523	
43.119	10.508	2.544	46.831	21.681	27.600	3.180	365.870	3.621	54.850	
37.473	8.996	2.153	40.018	3.070	25.112	2.705	290.852	3.655 ⁽²⁾	41.904	
43.418	8.451	3.531	32.180	9.207	20.633	3.767	280.109	1.647	42.820	
39.357	7.071	3.337	37.482	11.943	26.652	5.771	312.429	2.959	43.263	
			Tôles minces tôles fines, tôles magnétiques							
36.489	5.890	2.628	42.520	15.343	32.476	8.650	323.207	3.570	43.640	
24.476	6.456	2.109	22.857	11.096	20.949	2.878	249.859	1.981	36.415	
30.714	5.831	3.184	23.419	9.154	23.096	3.526	247.347	—	40.506	
			Tôles fines	Tôles galva- nisées	Feuillards et tubes en acier					
Grosses tôles	Tôles moyennes									
28.780	12.140	2.818	18.194	10.992	30.017	3.589	255.725	—	38.431	
16.460	9.034	2.064	14.715	—	13.958	1.421	146.852	—	33.024	
19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	35.300	

PRODUCTION	Unités	Février 1957	Janvier 1957	Février 1956	Moyenne mensuelle 1956	PRODUCTION	Unités	Février 1957	Janvier 1957	Février 1956	Moyenne mensuelle 1956
		(a)	(b)					(a)	(b)		
PORPHYRE :						PRODUITS DE DRA-					
Moellons	t	39	93	—	238	GAGE : Gravier	t	82.139	170.858	4.449	121.191
Concassés	t	211.206	261.096	123.951	262.651	Sable	t	14.742	26.185	1.447	17.335
Pavés et mosaïques.	t	1.425	1.850	—	3.082	CALCAIRES :	t	125.083	154.983	49.962	183.595
PETIT-GRANIT :						CHAUX :	t	153.118	165.735	143.016	154.373
Extrait	m ³	11.238	11.521	202	12.150	PHOSPHATES	t	277	2.400	170	1.136
Scié	m ³	5.852	6.312	133	5.775	CARBONATES NATUR.					
Façonné	m ³	1.770	1.712	78	1.462	(Craie, marne, tuf-feau)	t	31.070	36.903	14.698	30.200
Sous-produits	m ³	13.880	15.515	4.443	16.063	CARBON. DE CHAUX					
MARBRES :						PRECIPITES	t	(*)	—	—	—
Blocs équarris . . .	m ³	377	352	14	424	CHAUX HYDRAULI-					
Tranches ramenées à 20 mm	m ²	46.092	44.748	31.911	44.459	QUE ARTIFICIELLE	t	539	203	183	630
Moellons et concassés	t	1.825	1.542	651	1.180	DOLOMIE : Crue	t	21.613	17.025	10.328	24.217
Bimbeloterie	Kg	70.916	74.305	74.189	46.554	Frittée	t	20.654	21.677	21.516	21.819
GRES :						PLATRE :	t	3.104	2.305	869	2.897
Moellons bruts . . .	t	14.533	15.772	549	8.859	AGGLOM. PLATRE	t	99.909	98.715	29.246	103.036
Concassés	t	51.560	68.419	2.813	75.173						
Pavés et mosaïques.	t	2.088	6.884	234	1.533						
Divers taillés	t	—	—	—	—	SILEX : Broyé . . .	t	1.618	1.931	—	—
SABLE :						Pavés	t	842	879	—	—
pour métallurgie . .	t	58.020	65.123	18.996	57.942	FELDSPATH & GALETS	t	1.167	201	—	—
pour verrerie	t	82.845	83.417	18.924	69.319	QUARTZ					
pour construction . .	t	110.839	98.696	20.319	109.841	et QUARTZITES	t	41.942	52.431	—	—
Divers	t	58.313	52.819	9.553	51.331	ARGILES :	t	85.959	97.282	—	—
ARDOISE :											
pour toitures	t	704	702	853	886						
Schiste ardoisier . .	t	143	191	9	102						
Coticule (pierre à aiguiser)	Kg	5.789	5.724	4.400	4.115	Ouvriers occupés .					
							Fév. 56 (a)	Janv. 56 (b)	Fév. 57	Moy. mens. 1956	
							13.741	13.118	12.753	13.003	

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

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

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

FEVRIER 1957

PAYS	Houille produite (1000 t)	Nombre d'ouvriers inscrits (1000)		Rendement par ouvrier et par poste Kg		Nombre de jours ouvrés	Absentéisme en %		Coke 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
Allemagne												
1957 Février (1)	10.853	342,5	492,4	1.575	1.218	21,00	13,01	11,60	3.518	613	651 (1)	168 (1)
1956 Moy. mens.	11.200 (1)	333,6	485,7	1.564 (1)	1.189	23,00	16,04	14,68	3.619	634	700 (2)	178 (2)
Février	11.113	334,4	482,4	1.568	1.194	25,00	16,19	14,65	3.444	591	866	179
Belgique												
1957 Février (1)	2.393	101,3	144,7	1.166	849	22,58	14,65 (3)	12,68 (3)	577	173	209 (1)	81 (1)
1956 Moy. mens.	2.462	102,1	144,8	1.160	841	23,47	15,79 (3)	13,71 (3)	605	151,6	179 (2)	87 (2)
Février	2.390	115,7	152,0	1.112	813	23,01	18,46 (3)	16,84 (3)	561	119	448	82 (2)
France												
1957 Février (1)	4.715	140,9	203,3	1.686	1.115	23,95	13,39	8,59 (4)	938	722	4.256 (1)	183 (1)
1956 Moy. mens.	4.594 (1)	140,2	211,3	1.645 (1)	1.075	24,72	13,30	7,76 (4)	1.016	640	4.652 (2)	175 (2)
Février	4.619	142,2	206,3	1.633	1.053	24,89	15,09	11,20 (4)	953	658	5.860	123
Sarre												
1957 Février (1)	1.427	37,0	56,4	1.866	1.186	24,00	8,91	5,57 (4)	337	—	101 (1)	18 (1)
1956 Moy. mens.	1.424 (1)	36,9	57,2	1.819 (1)	1.158	24,72	8,73	4,98 (4)	352	—	102 (2)	20 (2)
Février	1.448	37,0	56,3	1.869	1.180	24,83	9,41	6,05 (4)	329	—	220	6,0
Italie												
1957 Février (1)	76	4,5	—	916	—	—	—	—	278	3	21 (1)	49 (1)
1956 Moy. mens.	89 (1)	5,1	6,0	949 (1)	—	—	19,02	16,90	283	2	29 (2)	50 (2)
Février	80	5,2	—	914	—	—	26,49	23,08	255	3	64	53
Pays-Bas												
1957 Février (1)	973	30,6	—	1.524	—	—	—	—	333	95	304 (1)	77 (1)
1956 Moy. mens.	986 (1)	30,7	54,6	1.496 (1)	—	—	15,3 (4)	14,07	352	86	259 (2)	68 (2)
Février	925	30,4	—	1.496	—	—	18,31	16,79	397	66	368	38
Communauté												
1957 Février (1)	20.437	656,8	—	1.545	—	—	—	—	5.986	1.606	5.540 (1)	577 (1)
1956 Moy. mens.	20.757 (1)	648,5	951,2	1.525 (1)	—	—	(6)	(6)	6.232	1.515	5.924 (2)	578 (2)
Février	20.569	656,0	—	1.518	—	—	18,60	17,16	5.857	1.433	7.822	441
Grande-Bretagne												
1957 Sem. du du 17 au 23 février du 5 au 11 mai	4.769,6 (5)	—	710,6	à front 3.445	1.277	—	—	12,94	—	—	—	—
	—	—	712,4	3.468	1.267	—	—	12,00	—	—	—	—
1956 Sem. du 19 au 25 février	4.488,1 (5)	—	704,0	3.350	1.253	—	—	15,23	—	—	—	—

(1) Chiffres provisoires. (2) Au 31 décembre. (3) Absences individuelles seulement. (4) Surface seulement. (5) Houille marchande. (6) Chiffres non disponibles (Statistiques CECA).

Commission d'enquête

sur les causes de la catastrophe survenue
au Charbonnage du Bois-de-Cazier
le 8 août 1956

Conclusions de la Commission

Juin 1957

Commissie

belast met het onderzoek naar de oorzaken
van de ramp van 8 augustus 1956
in de Kolenmijn Bois-de-Cazier

Conclusies van de Commissie

Juni 1957

TABLE DES MATIERES

	<i>Pages</i>
1 — <i>Institution de la Commission</i>	470
2 — <i>Conclusions de la Commission</i>	474
2.1 — <i>Situation antérieure au 8 août 1956</i>	474
2.2 — <i>Evénements du 8 août 1956</i>	475
22.1 — <i>Décagement imparfait</i>	476
22.2 — <i>Démarrage intempestif</i>	476
22.3 — <i>L'accident</i>	477
2.3 — <i>L'incendie</i>	477
23.1 — <i>Production de l'incendie</i>	477
23.2 — <i>Développement de l'incendie</i> .	478
23.3 — <i>Conséquences de l'incendie</i> . .	478
233.1 — <i>Fumées toxiques</i>	478
233.2 — <i>Effets calorifiques</i>	479
2.4 — <i>Difficultés rencontrées au cours des</i> <i>premières opérations de sauvetage</i> . . .	480
3 — <i>Résumé des conclusions</i>	481
4 — <i>Note de minorité</i>	484

INHOUDSTAFEL

	<i>Blz.</i>
1 — <i>Instelling van de Commissie</i>	470
2 — <i>Conclusies van de Commissie</i>	474
2.1 — <i>Situatie vóór 8 augustus 1956</i> . .	474
2.2 — <i>Gebeurtenissen van 8 augustus 1956</i>	475
22.1 — <i>Gebrekkige ontkooiing</i>	476
22.2 — <i>Ontijdig vertrek</i>	476
22.3 — <i>Het ongeval</i>	477
2.3 — <i>De brand</i>	477
23.1 — <i>Ontstaan van de brand</i>	477
23.2 — <i>Uitbreiding van de brand</i> . .	478
23.3 — <i>Gevolgen van de brand</i>	478
233.1 — <i>Vergiftige rook</i>	478
233.2 — <i>Warmteuitwerkingen</i> . . .	479
2.4 — <i>Moeilijkheden in de loop van de</i> <i>eerste reddingsoperaties</i>	480
3 — <i>Samenvatting der conclusies</i>	481
4 — <i>Minderheidsnota's</i>	484

Rapport

Avant toutes choses les membres de la Commission sont unanimes à rendre un hommage ému aux 262 mineurs qui trouvèrent la mort dans la terrible catastrophe du Bois de Cazier, à Marcinelle, qui a frappé durement la corporation minière.

Ils renouvellent à toutes les familles éprouvées l'expression de leur vive sympathie et l'expression de la part profonde qu'ils prennent à leur deuil.

Ils saluent et remercient tous ceux, qui au péril de leur vie et avec une abnégation totale se sont portés au secours de leurs camarades.

1. — INSTITUTION DE LA COMMISSION

La Commission d'enquête chargée de rechercher les causes de la catastrophe survenue au Charbonnage du Bois de Cazier, le 8 août 1956, a été créée par arrêté royal du 25 août 1956, paru au *Moniteur belge* le 26 août 1956, dans le texte ci-après.

BAUDOIN, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu les articles 29 et 66, alinéa 2, de la Constitution;

Considérant qu'il y a lieu de faire toute la lumière sur les causes de la catastrophe survenue au Charbonnage du Bois de Cazier, le 8 août 1956;

Considérant qu'eu égard à l'ampleur de la catastrophe, il convient sans préjudice des instructions judiciaire et administrative en cours, de créer une Commission d'enquête comprenant notamment des représentants des organismes internationaux compétents et des organisations professionnelles de travailleurs et d'employeurs;

Vu la loi du 23 décembre 1946 portant création d'un Conseil d'Etat et notamment son article 2, alinéa 2;

Vu l'urgence;

Sur la proposition de Notre Ministre des Affaires économiques et de Notre Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale;

NOUS AVONS ARRETE ET ARRETONS :

Article 1^{er}. — Il est institué une Commission d'enquête chargée de faire rapport au Ministre ayant les mines dans ses attributions, sur les causes de la catastrophe survenue au Charbonnage du Bois de Cazier, le 8 août 1956.

Verslag

Eerst en vooral brengen de leden der Commissie ééinstemmig een gevoelvolle hulde aan de 262 mijnwerkers die de dood vonden in de verschrikkelijke ramp van Bois de Cazier, die de mijn-gilde hard getroffen heeft.

Zij hernieuwen aan al de beproefde families de uitdrukking van hun levende sympathie, alsmede die van hun echte en diepe deelneming.

Zij groeten en bedanken al diegenen, die de dood trotseerden om met een totale zelfverloochening aan hun kameraden al de mogelijke hulp te brengen.

1. — INSTELLING VAN DE COMMISSIE

De commissie belast met het onderzoek naar de oorzaken van de ramp van 8 augustus 1956 in de kolenmijn « Bois de Cazier » werd ingesteld bij koninklijk besluit van 25 augustus 1956, verschenen in het *Belgisch Staatsblad* van 26 augustus 1956, in de volgende tekst :

BOUDEWIJN, Koning der Belgen,

Aan allen, tegenwoordigen en toekomstenden, HEIL.

Gelet op de artikelen 29 en 66, lid 2, van de Grondwet;

Overwegende dat de oorzaken van de ramp van 8 augustus 1956 in de kolenmijn Bois de Cazier volledig in het licht dienen gesteld;

Overwegende, gezien de omvang van de ramp, dat onverminderd de thans aan de gang zijnde gerechtelijke en administratieve onderzoeken, een onderzoekscommissie dient ingesteld, die, onder meer, vertegenwoordigers der bevoegde internationale organismen en der vakverenigingen van werknemers en werkgevers bevat;

Gelet op de wet dd. 23 december 1946 houdende instelling van een Raad van State, en inzonderheid op artikel 2, lid 2;

Gelet op de dringende noodzakelijkheid;

Op de voordracht van Onze Minister van Economische Zaken en Onze Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg;

HEBBEN WIJ BESLOTEN EN BESLUITEN WIJ :

Artikel 1. — Er wordt een onderzoekscommissie ingesteld die er mee belast is bij de Minister onder wiens ambtsbevoegdheden de mijnen vallen, verslag uit te brengen over de oorzaken van de ramp van 8 augustus 1956 in de kolenmijn Bois de Cazier.

Art. 2. — La Commission est composée de :

Président : M. VAN LAETHEM E., Président honoraire à la Cour d'Appel, Président du Comité supérieur de Contrôle;

Vice-Président : M. VANDENHEUVEL André, Directeur Général des Mines;

Membres :

Messieurs :

BALESSE Robert, délégué de la Centrale syndicale des Travailleurs des mines de Belgique;
 BEEKEN Louis, délégué de la Centrale syndicale des Travailleurs des mines de Belgique;
 BIJNENS Frans, délégué de la Centrale des Francs-Mineurs;
 BRISON Pierre, délégué de la Fédération charbonnière de Belgique;
 DELARGE Gérard, délégué de la Haute Autorité de la C.E.C.A.;
 DENIS Arthur, délégué de la Fédération charbonnière de Belgique;
 DESSALLES Evon, délégué de la Fédération nationale des Unions professionnelles des Ingénieurs des Mines;
 DETHIER Nicolas, délégué de la Centrale syndicale des Travailleurs des mines de Belgique;
 DROUARD C.R., délégué du Bureau international du Travail;
 DUPONT Albert, délégué de la Fédération nationale des Unions professionnelles des Ingénieurs des Mines;
 FIEVEZ Victor, délégué de la Centrale syndicale des Travailleurs des mines de Belgique;
 GALVAN Angelo, représentant des Travailleurs italiens en Belgique;
 LAMBERT Vital, délégué de la Centrale générale des Syndicats libéraux de Belgique;
 LEFEVRE Roger, Directeur divisionnaire du Bassin de Charleroi;
 LOGELAIN Georges, Inspecteur général des Mines;
 MANUELLI Renato, délégué de la Centrale des Francs-Mineurs;
 PADULA Bruno, représentant des Travailleurs italiens en Belgique;
 RIGHELLI Renato, représentant des Travailleurs italiens en Belgique;
 SCHENSKY Max, délégué de la Haute Autorité de la C.E.C.A.;
 STENUIT Robert, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines;
 TEZENAS du MONCEL, délégué de la Haute Autorité de la C.E.C.A.;
 VANDENDRIESSCHE Emile, délégué de la Centrale des Francs-Mineurs.

Secrétaire : M. STASSEN Jean, Ingénieur principal divisionnaire des Mines.

Art. 2. — De commissie bestaat uit :

Voorzitter : de heer VAN LAETHEM, E., erevoorzitter bij het Hof van Beroep, voorzitter van het Hoog Comité van Toezicht;

Ondervoorzitter : de heer VANDENHEUVEL, André, directeur-generaal van het Mijnwezen.

Leden :

De heren :

BALESSE, Robert, afgevaardigde der Syndikale Centrale der Mijnwerkers van België;
 BEEKEN, Louis, afgevaardigde der Syndikale Centrale der Mijnwerkers van België;
 BIJNENS, Frans, afgevaardigde van de Centrale der Vrije Mijnwerkers;
 BRISON, Pierre, afgevaardigde der Belgische Steenkool Federatie;
 DELARGE, Gérard, afgevaardigde van de Hoge Autoriteit der E.G.K.S.;
 DENIS, Arthur, afgevaardigde der Belgische Steenkool Federatie;
 DESSALLES, Evon, afgevaardigde van de Nationale Vereniging der Beroepsverbonden van Mijningenieurs;
 DETHIER, Nicolas, afgevaardigde van de Syndikale Centrale der Mijnwerkers van België;
 DROUARD, C.-R., afgevaardigde van het Internationaal Arbeidsbureau;
 DUPONT, Albert, afgevaardigde van de Nationale Vereniging der Beroepsverbonden van Mijningenieurs;
 FIEVEZ, Victor, afgevaardigde van de Syndikale Centrale der Mijnwerkers van België;
 GALVAN, Angelo, vertegenwoordiger van de Italiaanse werknemers in België;
 LAMBERT, Vital, afgevaardigde der Algemene Centrale der Liberale Vakbonden van België;
 LEFEVRE, Roger, divisiedirecteur van het Bekken van Charleroi;
 LOGELAIN, Georges, inspecteur-generaal der mijnen;
 MANUELLI, Renato, afgevaardigde der Centrale der Vrije Mijnwerkers;
 PADULA, Bruno, vertegenwoordiger der Italiaanse werknemers in België;
 RIGHELLI, Renato, vertegenwoordiger der Italiaanse werknemers in België;
 SCHENSKY, Max, afgevaardigde der Hoge Autoriteit der E.G.K.S.;
 STENUIT, Robert, hoofdingenieur-directeur der mijnen;
 TEZENAS du MONCEL, afgevaardigde der Hoge Autoriteit der E.G.K.S.;
 VANDENDRIESSCHE, Emile, afgevaardigde der Centrale der Vrije Mijnwerkers.

Secretaris : de heer STASSEN, Jean, eerstaanwezende divisiemijningenieur.

Art. 3. — La Commission règle l'ordre et la répartition de ses travaux.

Art. 4. — Les conclusions de la Commission sont prises à la majorité des voix des membres présents.

Aux conclusions adoptées par la majorité, peut être annexée une note des membres minoritaires.

Art. 5. — La Commission est rattachée administrativement au Département ministériel comprenant la Direction générale des Mines.

Le Ministre ayant les mines dans ses attributions met à la disposition de la Commission les locaux, le personnel et, en général, tous les moyens nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

Art. 6. — Le présent arrêté entre en vigueur le jour de sa publication au *Moniteur belge*.

Art. 7. — Notre Ministre des Affaires économiques est chargé de l'exécution du présent arrêté. Donnée à Ciergnon, le 25 août 1956.

(sé) BAUDOUIN.

Par le Roi :

Le Ministre des Affaires économiques,

(sé) J. REY.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

(sé) Léon-Eli TROCLET.

* * *

Par arrêté royal du 30 novembre 1956, paru au *Moniteur belge* du 16 décembre 1956, MM. CALTAGIRONE et GALLINA ont été nommés en qualité de membres de la Commission.

BAUDOUIN, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu l'arrêté royal du 25 août 1956, portant création d'une Commission d'enquête sur les causes de la catastrophe survenue au Charbonnage du Bois de Cazier, le 8 août 1956;

Sur la proposition de Notre Ministre des Affaires économiques et de Notre Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale;

NOUS AVONS ARRETE ET ARRETONS :

Article 1^{er}. — Sont nommés membres de la Commission d'enquête sur les causes de la catastrophe survenue au Charbonnage du Bois de Cazier, le 8 août 1956 :

Art. 3. — De commissie regelt de volgorde en de verdeling van haar werkzaamheden.

Art. 4. — De besluiten der commissie worden bij meerderheid van stemmen der aanwezige leden getroffen.

Bij de door de meerderheid goedgekeurde besluiten mag een nota van de tot de minderheid behorende leden worden gevoegd.

Art. 5. — De commissie is administratief aan het ministerieel Departement verbonden, dat de Algemene Directie van het Mijnwezen bevat.

De Minister onder wiens ambtsbevoegdheden de mijnen vallen stelt de lokalen, het personeel en in het algemeen alle voor de vervulling van haar taak vereiste middelen ter beschikking van de commissie.

Art. 6. — Dit besluit wordt van kracht de dag waarop het in het *Belgisch Staatsblad* wordt bekendgemaakt.

Art. 7. — Onze Minister van Economische Zaken is belast met de uitvoering van dit besluit.

Gegeven te Ciergnon, 25 augustus 1956.

BOUDEWIJN.

Van Koningswege :

De Minister van Economische Zaken,

J. REY.

De Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg,

Léon-Eli TROCLET.

* * *

Bij koninklijk besluit van 30 november 1956, verschenen in het *Belgisch Staatsblad* van 16 december 1956, werden de heren CALTAGIRONE en GALLINA tot leden van de Commissie benoemd.

BOUDEWIJN, Koning der Belgen,

Aan allen, tegenwoordigen en toekomstenden, HEIL.

Gelet op het koninklijk besluit van 25 augustus 1956, houdende oprichting van een Commissie om een onderzoek te doen naar de oorzaken van de ramp van 8 augustus 1956 in de kolenmijn « Bois de Cazier »;

Op de voordracht van Onze Minister van Economische Zaken en van Onze Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg :

HEBBEN WIJ BESLOTEN EN BESLUITEN WIJ :

Artikel 1. — Worden benoemd tot lid van de Commissie belast met het onderzoek naar de oorzaken van de ramp van 8 augustus 1956 in de kolenmijn Bois de Cazier :

MM. CALTAGIRONE Francesco, Inspecteur général du Corps des Mines d'Italie;
GALLINA Mario, Ingénieur en Chef au Corps des Mines d'Italie.

Art. 2. — Le présent arrêté entre en vigueur le 15 octobre 1956.

Art. 3. — Notre Ministre des Affaires économiques est chargé de l'exécution du présent arrêté.
Donné à Bruxelles, le 30 novembre 1956.

(sé) BAUDOIN.
Par le Roi :

Le Ministre des Affaires économiques,
(sé) J. REY.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
(sé) Léon-Eli TROCLET.

La Commission s'est réunie :
à Bruxelles, les 29 août et 13 septembre 1956
à Charleroi, les 22, 29 septembre, 6, 13 et 20 octobre 1956
à Pâturages (lez-Mons), le 3 novembre 1956
à Bruxelles, les 12 novembre, 1 et 22 décembre 1956, 26 janvier et 2 février 1957
à Charleroi, le 16 février 1957
à Bruxelles, le 23 février 1957
à Charleroi, le 2 mars 1957.
à Bruxelles, les 13 avril, 18 et 25 mai et 6 juin 1957.

Elle a visité les travaux souterrains du siège sinistré les 14 septembre, 8 novembre et 15 décembre 1956.

Au cours de ses travaux, la Commission a créé une sous-commission électricité qui s'est réunie :
à Charleroi, les 13, 20 et 27 octobre 1956
à Pâturages, le 3 novembre 1956
à Bruxelles, le 1^{er} décembre 1956
à Liège, le 16 janvier 1957
à Charleroi, les 16 février et 2 mars 1957
à Bruxelles, les 9, 16, 23, 30 mars et 6 avril 1957.

Les problèmes de la ventilation, dont l'étude a été discutée en séance plénière, ont été mis au point par un groupe de travail qui s'est réuni à Bruxelles, le 9 mars 1957.

Eu égard à l'ampleur de la catastrophe du 8 août 1956, la Commission a été chargée de faire rapport sur les causes de la catastrophe au Ministre ayant les mines dans ses attributions.

Lors de l'installation de la Commission, il a été précisé que la procédure de celle-ci n'est pas celle des instructions judiciaire et administrative ouvertes à cette occasion et dont le travail est étranger à celui de la Commission et que son ob-

de heren :

CALTAGIRONE, Francesco, inspecteur-generaal van het Mijncorps in Italië;
GALLINA, Mario, ingenieur bij het Mijncorps in Italië.

Art. 2. — Dit besluit heeft uitwerking op 15 oktober 1956.

Art. 3. — Onze Minister van Economische Zaken is belast met de uitvoering van dit besluit.
Gegeven te Brussel, op 30 november 1956.

(get.) BOUDEWIJN.
Van Koningswege :

De Minister van Economische Zaken,
(get.) J. REY.

De Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg,
(get.) Léon-Eli TROCLET.

De Commissie heeft vergaderd :
te Brussel, op 29 augustus, 13 september 1956
te Charleroi, op 22, 29 september, 6, 13 en 20 oktober 1956
te Pâturages (bij Bergen) op 3 november 1956
te Brussel, op 12 november, 1 en 22 december 1956, 26 januari en 2 februari 1957
te Charleroi, op 16 februari 1957
te Brussel, op 23 februari 1957
te Charleroi, op 2 maart 1957
te Brussel, op 13 april, 18 en 25 mei en 6 juni 1957.

Zij heeft de ondergrondse werken van de getroffen zetel bezocht op 14 september, 8 november en 15 december 1956.

In de loop van haar werkzaamheden, heeft de Commissie een subcommissie electriciteit ingesteld, dewelke vergaderde :
te Charleroi, op 13, 20 en 27 oktober 1956
te Pâturages, op 3 november 1956
te Brussel, op 1 december 1956
te Luik, op 16 januari 1957
te Charleroi, op 16 februari en 2 maart 1957
te Brussel, op 9, 16, 23, 30 maart en 6 april 1957.

De problemen der ventilatie, waarvan de studie besproken werd in algemene zitting, werden nauwkeurig bepaald door een werkgroep die vergaderde te Brussel, op 9 maart 1957.

Gezien de omvang van de ramp van 8 augustus 1956, is de Commissie belast geweest verslag uit te brengen over de oorzaken van deze ramp aan de Minister tot wiens bevoegdheid de mijnen behoren.

Bij de instelling der Commissie werd nader bepaald dat haar procedure dezelfde niet is als deze van de te dier gelegenheid ingestelde gerechtelijke en administratieve onderzoeken, waarvan de werkzaamheid vreemd is aan deze der Commissie. Er werd insgelijks bepaald dat haar doel ook

jet n'est pas non plus celui de la Commission des Règlements miniers.

La Commission s'étant strictement conformée à cette mission, la mention d'une cause ou d'une circonstance quelconque dans la narration ou dans les conclusions ne fait que constater l'existence de cette cause ou de cette circonstance et de son influence sur la production ou l'extension de l'accident, sans en tirer aucune autre conséquence.

Le présent rapport est complété par les annexes suivantes :

- Annexe 1 : Situation de la concession et de la société exploitante
- Annexe 2 : Exploitation
- Annexe 3 : Résultats de l'enquête
- Annexe 4 : Etude de la ventilation des travaux souterrains
- Annexe 5 : Electricité
- Annexe 6 : Liste des victimes
- Annexe 7 : Figures.

A ce rapport est également jointe « L'étude de l'influence éventuelle du maintien en activité du ventilateur superficiel sur l'extension de la catastrophe », par Messieurs LEFEVRE et MIGNION sous la signature de ses auteurs, en leur en laissant la pleine responsabilité. Certains membres de la Commission estiment qu'il s'agit d'un travail scientifique et technique de nature à apporter des lumières sur l'extension de la catastrophe.

2. — CONCLUSIONS DE LA COMMISSION

L'incendie souterrain qui s'est déclaré le 8 août 1956, à 8 h 10, au siège St-Charles des Charbonnages du Bois de Cazier a entraîné par intoxication par l'oxyde de carbone la mort de 261 des 274 personnes qui étaient occupées à ce moment dans les travaux souterrains et d'une personne qui y est descendue après le moment de l'accident, savoir 136 Italiens, 95 Belges, 8 Polonais, 6 Grecs, 5 Allemands, 5 Français, 3 Hongrois, 1 Anglais, 1 Hollandais, 1 Russe, 1 Ukrainien.

2.1. — Situation antérieure au 8 août 1956.

L'exploitation disposait de deux puits de 3,16 m de diamètre pour le puits d'entrée d'air et de 3,26 m pour le puits de retour d'air. On était ainsi conduit à avoir des cages de 8 compartiments d'une seule berline chacun. D'autre part, l'utilisation de câbles plats conduisait à employer des bobines. Il en résultait que les manœuvres de cages au fond devaient être effectuées à l'aide de balances. Ces balances hydrauliques fonctionnaient à l'huile.

verschilt van dat van de Commissie der Mijnreglementen.

Daar de Commissie zich stipt naar deze opdracht geschikt heeft, dient opgemerkt dat de vermelding van een oorzaak of van een omstandigheid, welke zij ook weze, in het verhaal of in de conclusies, enkel het bestaan vaststelt van deze oorzaak of van deze omstandigheid, alsmede haar invloed op het ontstaan of de uitbreiding van het ongeval, zonder er enig ander gevolg uit te trekken.

Bij dit verslag zijn de volgende bijlagen gevoegd :

- Bijlage 1 : Situatie van de concessie en van de exploiterende vennootschap
- Bijlage 2 : Exploitatie
- Bijlage 3 : Uitslagen van het onderzoek
- Bijlage 4 : Studie over de ventilatie in de ondergrondse werken
- Bijlage 5 : Electriciteit
- Bijlage 6 : Lijst der slachtoffers
- Bijlage 7 : Figuren.

Is insgelijks bij dit verslag gevoegd de : « Studie over de gebeurlijke invloed van het in werking houden van de bovengrondse ventilator op de uitbreiding van de ramp », door de heren LEFEVRE en MIGNION, onder handtekening der auteurs en onder hun gehele verantwoordelijkheid. Verscheidene leden der Commissie zijn van oordeel dat dit wetenschappelijk en technisch werk van zulke aard is dat het ophelderingen verschaft over de uitbreiding van de ramp.

2. — CONCLUSIES VAN DE COMMISSIE

De ondergrondse brand die op 8 augustus 1956, om 8 u 10', op de zetel St-Charles der Kolenmijn Bois de Cazier uitbrak, heeft bij vergiftiging door kooloxyde de dood verwekt van 261 onder de 274 op dit ogenblik in de ondergrondse werken gebezigde personen, alsmede van een persoon die na het ogenblik van het ongeval afgedaald is; te weten : 136 Italianen, 95 Belgen, 8 Polen, 6 Grieken, 5 Duitsers, 5 Fransen, 3 Hongaren, 1 Engelsman, 1 Nederlander, 1 Rus, 1 Oekrajiener.

2.1. — Situatie vóór 8 augustus 1956.

De exploitatie beschikte over twee schachten : één van 3,16 m diameter voor de intrekende lucht en één van 3,26 m diameter voor de uittrekende lucht. Dit leidde tot het gebruik van kooien met 8 vakken, elk voor één wagentje. Wegens het gebruik van platte kabels waren bovendien bobijnen vereist. Er volgde daaruit dat de manœuvres der kooien op de ondergrond bij middel van balansen moesten uitgevoerd worden. Deze hydraulische balansen werkten met olie.

En ce qui concerne l'envoyage de 975 m, le cylindre de la balance communiquait par une canalisation verticale de 70 mm de diamètre avec un réservoir d'huile situé à 907 m et le mécanisme de cette balance était à 975 m soutenu par un assemblage de poutrelles.

De plus, les manœuvres de la balance nécessitant un mou de câble plus ou moins important, il y avait à 975 m des coffrages pour empêcher les câbles et leurs attaches de s'accrocher aux solives et aux guides; en vue de ménager les câbles et les attaches, ces coffrages étaient en bois.

L'exploitation de la mine comportait notamment l'extraction par le puits d'entrée d'air à deux étages différents: 975 et 765 m. Il en résultait trois modes d'extraction pouvant se succéder et le code de signalisation était complexe.

Sur les tableaux de signalisation figuraient pour l'extraction les indications suivantes :

un coup signifie manœuvre
deux coups : plus bas
trois coups : plus haut
en cas d'accroc : deux roulements et alors 2 coups signifient plus bas doucement
deux roulements et alors 3 coups signifient plus haut.

Ces indications étaient complétées par des instructions verbales plus détaillées.

Celles-ci prévoyaient en particulier pour le troisième mode d'extraction au niveau 765 m seul, un accord téléphonique entre les encageurs de 975 m et le taqueur de surface, permettant alors le départ de la cage couchant de 975 m sans aucun signal permissif sauf pour le premier départ. Le téléphone utilisé à cet effet se trouvait à 975 m du côté des vides c'est-à-dire du côté de l'aide encageur, qui assurait les communications téléphoniques. L'encageur ne comprenait qu'imparfaitement la langue française. Ces instructions verbales laissaient aux encageurs la faculté d'abandonner l'envoyage de 975 m, après un tel accord téléphonique, laissant ainsi temporairement l'accrochage sans aucun préposé.

Un nouveau puits de 5 m de diamètre était en fonçage et avait, le 8 août 1956, atteint la profondeur de 879,70 m.

2.2. — Événements du 8 août 1956.

Le 8 août 1956 à partir de 7 heures, on procéda à la descente normale du poste. Du fait qu'il s'agissait du poste du matin, — soit 274 personnes — d'un jour du milieu de la semaine, il s'agissait ainsi de l'effectif le plus nombreux pouvant se trouver à la fois au fond de la mine.

Wat de laadplaats van 975 betreft, stond de cilinder van de balans bij middel van een verticale leiding van 70 mm diameter in verbinding met een op 907 gelegen oliereservoir, en het mechanisme dezer balans was op 975, waar het ondersteund was door een stel balken.

Bovendien, daar de manœuvres van de balans een veranderlijke lengte losse kabel vereisten, waren er op 975 bekistingen om een toevallig aanhaken van de kabels en van hunne kettingen aan de balken en de leibomen te beletten; om de kabels en de kettingen te sparen, waren die bekistingen uit hout.

De exploitatie van de mijn vereiste inzonderheid de extractie langs de luchtintrekkende schacht vanaf twee verschillende verdiepingen: 975 m en 765 m. Er volgden daaruit drie extractievormen, welke elkander konden opvolgen en de seincode was complex.

De seinborden gaven voor de extractie de volgende aanduidingen aan :

Eén slag beduidt : manoeuver

Twee slagen : lager

Drie slagen : hoger

in geval van hapering :

Tweemaal roffelen en dan 2 slagen beduidt : lager langzaam.

Tweemaal roffelen en dan 3 slagen beduidt : hoger.

Deze aanduidingen waren door meer omstandige mondelinge onderrichtingen aangevuld.

Deze laatste voorzagen, inzonderheid voor de derde extractievorm vanaf het niveau 765 alleen, een telefonische overeenkomst tussen de kooiladers van 975 en de seingever van de bovengrond, waarna de westkooi van 975 zonder toelatingssein mocht vertrekken, uitgenomen bij het eerste vertrek. De te dien einde benuttigde telefoon bevond zich op 975 langs de zijde der ledige wagens, dit wil zeggen, aan de kant van de hulp-kooilader die de telefonische verbinding verzekerde. De kooilader was de Franse taal niet volledig machtig. Deze mondelinge onderrichtingen lieten aan de kooiladers de gelegenheid zich, na dergelijk telefonisch akkoord, van de laadplaats van 975 m te verwijderen, waarbij deze dus tijdelijk zonder aangestelde bleef.

Men was bezig met een nieuwe schacht van 5 m diameter te delven, die op 8 augustus 1956, 879,70 m diep was.

2.2. — Gebeurtenissen van 8 augustus 1956.

Op 8 augustus 1956 vanaf 7 uur, geschiedde de normale afdaling van de dienst. Daar het een morgendienst was — hetzij 274 personen — van een dag in het midden van de week, bevond zich in de ondergrond het hoogst mogelijke effectief.

Après quelques cordées d'extraction à 975 m seul, il se trouva qu'il n'y avait plus de wagonnets pleins à 975 m mais qu'il y avait des wagonnets pleins à 765 m. On devait donc passer au troisième mode d'extraction à 765 m seul. D'après le taqueur de surface un accord téléphonique du modèle prévu aurait été convenu entre l'aide encageur et lui et il aurait reçu le signal de départ qui doit suivre.

Mais à ce moment d'après l'encageur, qui serait allé garer à 40 m de son poste de travail un chariot à bois qui le gênait dans l'envoyage, il aurait été ainsi absent au moment où cet accord téléphonique aurait été convenu mais à son retour il n'en aurait reçu aucune information ou il en aurait reçu une information fausse.

22.1. — *Décagement imparfait :*

Les wagonnets sont retenus dans chaque compartiment de cage dans le sens de la sortie par un arrêtoir dit « lolo » qui intervient devant la roue avant du wagonnet. Le dispositif d'encagement avait manifesté un mauvais fonctionnement mécanique dès le début du poste du matin du 8 août 1956 et les ajusteurs avaient été demandés immédiatement à la surface pour venir y remédier.

Cependant, ce dispositif fonctionna d'une manière admissible lors des cordées du début à partir de 975 m seul, puisque l'extraction fut poursuivie.

L'encageur étant revenu à son poste de travail procéda à l'encagement dans le compartiment inférieur de la cage d'un des wagonnets pleins arrivés entretemps.

Ledit arrêtoir laissa passer la première roue du wagonnet vide mais se redressant, il s'opposa au passage de la deuxième roue de ce wagonnet vide.

Cet arrêtoir ne fut pas alors manœuvré à la main par quiconque en temps utile.

22.2. — *Démarrage intempestif :*

C'est alors que se produisit le démarrage intempestif et dangereux de la cage. Il y eut, en effet, une divergence des croyances dans lesquelles se trouvaient le taqueur de surface et l'encageur de 975 m. Le taqueur, se référant au prétendu accord téléphonique pensait pouvoir enlever la cage sans signal permissif de 975 m tandis que l'encageur n'ayant aucune information ou ayant une information fausse au sujet de cet accord téléphonique croyait que la cage ne pouvait pas partir sans qu'il eût donné le signal permissif.

Du fait que le plateau de la balance à 975 m était au point haut, il y avait sur le toit de la cage un mou de 12,25 m au lieu de 2,45 m qui existe

Na enkele extractietrekken vanaf 975 alléén, gebeurde het dat er geen volle wagens meer op 975 waren, maar wel op 765. Men moest dus overgaan tot de derde vorm : extractie vanaf 765 alléén. Naar de verklaring van de seingever van de bovengrond zou het voorziene telefonisch akkoord tussen hem en de hulplader verwezenlijkt geweest zijn en zou hij het vertreksein dat moest volgen ontvangen hebben.

Naar de verklaringen van de kooilader, zou deze zich 40 m verwijderd hebben om een houtwagentje, dat hem in de weg stond, te verplaatsen. Hij zou dus afwezig geweest zijn op het ogenblik dat het telefonisch akkoord genomen werd en bij zijn terugkomst zou hij er niet van verwittigd geweest zijn of zou hij er een valse inlichting van gekregen hebben.

22.1. — *Gebrekkige ontkooiing.*

In elk vak der kooi worden de wagentjes in de richting van de uitgang tegengehouden door een stuitnok, « lolo » genaamd, die vóór een der voorwielen oprijst. Reeds van bij de aanvang van de morgendienst op 8 augustus 1956 was de mechanische werking van het inkooiingstoestel gebrekkig geweest en had men onmiddellijk aan de bovengrond de paswerkers gevraagd om de nodige herstellingen aan te brengen.

Nochtans werkte dit toestel op voldoende wijze gedurende de eerste trekken vanaf 975 alléén, aangezien de extractie voortgezet kon worden.

Op zijn arbeidsplaats teruggekomen, ging de lader over tot de inkooiing in het onderste vak der kooi van één der volle wagentjes die intussen aangekomen waren.

Gezegde stuitnok liet het eerste wiel van het ledige wagentje door, maar kwam terug naar boven en hield het tweede wiel van dit ledige wagentje tegen.

Die stuitnok werd door niemand op tijd met de hand bediend.

22.2. — *Ontijdig vertrek.*

Het is dan dat het ontijdig en gevaarlijk vertrek van de kooi zich voordeed. Er bestond inderdaad een meningsverschil tussen de seingever van de bovengrond en de lader van 975.

De seingever, zich houdende aan het zagezegde telefonisch akkoord, dacht de kooi te mogen ophalen zonder voorafgaand sein van 975, en anderzijds was de lader, die geen of een valse inlichting betreffende dit akkoord ontvangen had, overtuigd dat de kooi niet mocht vertrekken zonder zijn voorafgaand sein.

Daar de wieg van de balans van 975 op haar hoogste peil stond, lagen er op het dak van de kooi 12,25 m losse kabel in plaats van de 2,45 m

lorsque le plateau de la balance est au point bas. Il en résulta que, le machiniste d'extraction ayant reçu le signal habituel, démarra comme d'habitude mais que la prise de la cage par la machine fut particulièrement brutale.

La cage démarra donc violemment avec un wagonnet vide émergeant d'un côté de 35 cm et un wagonnet plein émergeant de l'autre côté.

22.3. — *L'accident :*

La poutrelle transversale Nord soutenant le mécanisme de la balance se trouvait à 0,30 m du bord de la cage alors que le wagonnet vide émergeait d'environ 0,35 m. Elle était scellée de 0,29 m du côté couchant et encastrée de 0,53 m du côté levant.

Sous le choc du wagonnet vide, cette poutrelle se déforma et fut emportée vers le haut par le wagonnet vide.

La canalisation d'huile sous pression de 6 kilos/cm² descendait verticalement dans le puits. Elle était placée contre la solive centrale du côté « vides », et dans le compartiment où montait la cage.

Cette canalisation qui ne comportait pas de protection spéciale fut donc détériorée par la poutrelle qui détermina des fuites d'huile tant par déchirures que par dislocation des joints. Il en résulta une projection d'huile divisée, soit initialement à la sortie de ces orifices soit par ricochet sur les objets environnants.

La mine n'était guère électrifiée, cependant on avait besoin de courant électrique d'une part pour l'approfondissement du puits d'entrée d'air et d'autre part pour actionner deux ventilateurs principaux souterrains, Aérex, situés l'un à 975 m, l'autre à 835 m ainsi que pour la ventilation secondaire du fonçage du nouveau puits.

Deux câbles électriques descendaient donc dans le puits d'entrée d'air; ils étaient placés contre la solive centrale du côté des vides sans que leurs conducteurs fussent protégés extérieurement, autrement que par leurs armatures de plomb et d'acier et encadrant de près (10 et 20 cm) la canalisation d'huile. Ils pénétraient dans l'envoyage à la couronne de celui-ci sans aucune protection spéciale. Ces câbles électriques furent détériorés par la même poutrelle lancée contre eux. Il en résulta des arcs électriques.

2.3. — *L'incendie.*

23.1. — *Production de l'incendie.*

Il est infiniment probable que l'huile divisée est arrivée sur les parties détériorées des câbles avant la production des arcs électriques.

die er slechts blijven wanneer de wieg op haar laagste peil staat. Het gevolg daarvan was dat de ophaalmachinist, bij het ontvangen van het gewoon sein, normaal aanzette, maar dat het optrekken van de kooi door de machine bijzonder woest was.

De kooi vertrok dus met geweld, met een 35 cm uithangend ledig wagentje langs één kant en een vol wagentje uithangend langs de andere.

22.3. — *Het ongeval.*

De noordelijke dwarsbalk die het mechanisme van de balans ondersteunde bevond zich op 0,30 m van de rand der kooi, terwijl het ledige wagentje ongeveer 0,35 m uit de kooi hing. Hij was 0,29 m diep ingemetseld naar het westen en 0,53 m diep ingeklemd naar het oosten.

Door de schok, werd de balk vervormd en door het ledige wagentje naar omhoog gesleurd.

De leiding van de onder 6 kg/cm² druk staande olie was loodrecht in de schacht geplaatst. Zij lag tegen de middenbalk langs de zijde der ledige wagentjes en in het vak waar de kooi opsteeg.

Deze leiding, die van geen bijzondere bescherming voorzien was, werd dus beschadigd door de dwarsbalk die lekken veroorzaakte door scheuren en door losgaan van de voegen. Er volgde daaruit een spuiting van olie die zich verdeelde hetzij aanvankelijk bij het uitlopen, hetzij door spatting tegen omliggende voorwerpen.

De mijn was haast niet geëlectriceerd, nochtans was er elektrische stroom nodig, enerzijds voor de afdieping van de luchtintrekkende schacht en anderzijds om de twee ondergrondse hoofdventilatoren Aérex, respectievelijk op 975 en op 835 opgesteld, aan te drijven, alsmede voor de secundaire ventilatie voor de delvingswerken van de nieuwe schacht.

Twee elektrische kabels waren dus in de luchtintrekkende schacht geplaatst; zij liepen langs de middenbalk langs de zijde der ledige wagentjes met als enige uitwendige bescherming voor haar geleiders haar loden en stalen wapening. Zij bevonden zich op korte afstand (10 en 20 cm) aan weerszijden van de olieleiding. Zij liepen in de laadplaats langs de bovenkant van deze laatste zonder enige bijzondere bescherming. Deze elektrische kabels werden beschadigd door dezelfde dwarsbalk die tegen hen aanstiet, wat elektrische bogen deed ontstaan.

2.3. — *De Brand.*

23.1. — *Ontstaan van de brand.*

Het is uiterst waarschijnlijk dat de verstoven olie op de beschadigde gedeelten der kabels terecht kwam vóór het ontstaan van de elektrische bogen.

Les expériences qui ont été effectuées et qui sont relatées dans l'annexe 5 ont montré que dans ces conditions l'huile de balance divisée s'enflammait en quelques millisecondes. Or, le meilleur appareillage électrique de protection ne permet, dans la pratique courante, de couper un courant de court-circuit qu'en un temps très supérieur (environ 90 millisecondes).

Les dispositions prises à cet égard et les conditions dans lesquelles se trouvait l'appareillage électrique de protection n'ont donc joué aucun rôle dans la production de l'incendie. Celui-ci était inévitable et il fut aussitôt d'une extrême violence.

Il n'y avait aucun moyen d'extinction à l'envoyage de 975 m.

23.2. — Développement de l'incendie.

L'incendie fut alimenté par un volume d'huile de l'ordre de 850 litres compris dans le réservoir de 907 m, dans la tuyauterie verticale et dans le cylindre.

Il fut également alimenté par ledit coffrage en bois, les solives et le guidonnage en bois voisins.

La détérioration des câbles électriques avait provoqué le fonctionnement des disjoncteurs à la surface et les 2 ventilateurs principaux souterrains (Aérex) s'étaient arrêtés, mais le ventilateur superficiel, alimenté en courant électrique, par ailleurs, restait en marche.

Il en résultait la situation précisée sur la figure 43 (annexe 4). En particulier, un courant d'air de 26,9 m³/seconde descendait sur l'incendie ainsi alimenté.

L'incendie était de plus alimenté en comburant par l'air comprimé provenant de la rupture immédiate de la canalisation d'air comprimé qui se trouvait dans le puits, contre la solive centrale mais côté pleins.

23.3 — Conséquences de l'incendie.

233.1. — Fumées toxiques.

La combustion des 850 litres d'huile et autres matières combustibles eut, pour première conséquence, la production massive de fumées riches en oxyde de carbone.

Il en résulta une atmosphère toxique, à teneurs mortelles, qui, dans les conditions de la figure déjà citée, a été aspirée dans les travaux ayant 1 035 et 975 m comme entrée d'air.

D'autre part, bien que le ventilateur superficiel déterminât dans le puits d'entrée d'air un courant descendant important, il se produisit, par effet de cheminée, une remontée des fumées de l'incendie dans le puits d'entrée d'air jusqu'à la surface.

Ces fumées toxiques montantes, mélangées avec l'air descendant, furent également aspirées, dans

Deuitgevoerde proeven die in bijlage 5 vermeld worden hebben aangetoond dat in deze omstandigheden de verstoven balansolie na enkele milliseconden ontvlamt. Welnu, de beste elektrische schakeltoestellen laten slechts toe, in de lopende praktijk, een kortsluitstroom af te snijden na een veel langere tijd (ongeveer 90 milliseconden).

De te dien opzichte genomen schikkingen en de voorwaarden waarin zich de elektrische schakeltoestellen bevonden hebben dus niet de minste invloed gehad op het ontstaan van de brand. Deze was onvermijdelijk en hij was onmiddellijk uiterst hevig.

Er bestond geen enkel blusmiddel op de laadplaats van 975.

23.2. — Uitbreiding van de brand.

De brand werd gevoed door een olievolume van ongeveer 850 liter, bevat in de reservoir van 907, in de verticale leiding en in de cilinder.

Hij vond insgelijks een voeding in de gezegde houten bekisting, in de naburige houten balken en geleiding.

De beschadiging der elektrische kabels had de uitschakelaars op de bovengrond in werking gebracht en de twee ondergrondse hoofdventilatoren (Aerex) waren stilgevallen, maar de bovengrondse ventilator, door een andere elektrische stroom aangedreven, bleef in werking.

Hieruit volgde de toestand die in fig 43 (Bijlage 4) aangeduid is. Inzonderheid daalde een luchtstroom van 26,9 m³/sec op de aldus bevoorraade brand af.

Bovendien bracht de onmiddellijke breuk van de persluchtleiding, die in de schacht langsheen de middenbalk, maar langs de kant van de volle wagens liep, een toevloed van verbrandingslucht.

23.3. — Gevolgen van de brand.

233.1. — Vergiftige rook.

De verbranding van de 850 liter olie en andere brandbare stoffen had, voor eerste gevolg, de mas-sieve productie van een aan kooloxyde rijke rook.

Er ontstond daaruit een vergiftige atmosfeer, met dodelijke gehalten, die in de omstandigheden aangeduid op de reeds aangehaalde figuur, opgezogen werd in de werken die hun luchtingang hadden op 1035 en 975.

Anderzijds, alhoewel de bovengrondse ventilator in de luchtintrekkende schacht een aanzienlijke dalende luchtstroom verwekte, steeg er niettemin, tot aan de bovengrond, rook van de brand in de luchtintrekkende schacht, die als schoorsteen werkte.

Deze met de afdalende lucht gemengde stijgen-de vergiftige rook werd insgelijks opgezogen, in

les conditions de la figure citée, dans les travaux ayant 907 et 765 m comme entrée d'air.

Toutes les victimes situées dans les travaux ayant 1 035, 975, 907 et 765 m comme entrée d'air ont succombé à l'intoxication par oxyde de carbone dû à l'incendie.

Il n'y a pas eu intervention de coups de grisou ou de coups de poussières dans la production de l'accident. On a bien observé en divers points de l'étage inférieur (1 035 - 975 m) des effets d'explosion ou de souffle. Mais, il ne s'agit là que de phénomènes ultérieurs constituant des conséquences de l'accident et non des causes.

D'après les constatations médicales, les blessures relevées sur certaines victimes, dues à ces effets ou à des éboulements, furent toutes des blessures post mortem.

233.2. — Effets calorifiques.

Une deuxième conséquence de l'incendie fut constituée par ses effets calorifiques :

a) la première porte d'aérage, qui se trouvait dans la communication entre puits à environ 15 mètres de là reçut du foyer un rayonnement important;

b) les flammes de l'incendie ayant, d'après les expériences faites, une température de 1 250° au centre du foyer, il en résulta la production de fumées très chaudes qui furent aspirées, sous l'action de la dépression, dans les conditions de la figure déjà citée, d'une part par les contours des vides à 975 m, défilant ainsi à proximité de ladite porte (3 m), et, d'autre part par les fuites des trois portes, fuites accrues à cause de la présence de rails.

Le ventilateur superficiel fut maintenu en marche jusque 9 h 30.

c) on doit également retenir la présence dans la communication entre puits de matières combustibles qui ont brûlé successivement, savoir :

- 1) les fuites d'huile recueillies par une rigole collectrice placée horizontalement sous le cylindre de la balance;
- 2) les fuites d'huile rassemblées dans un récipient collecteur situé sur la sole à l'entrée du contour couchant des vides;
- 3) la première porte d'aérage qui était en bois;
- 4) les bèles en bois situées au delà, en couronne de la communication;
- 5) les 2^{me} et 3^{me} portes d'aérage qui étaient également en bois;
- 6) les bèles en bois qui se trouvaient en couronne de la communication jusqu'au puits de retour d'air.

de omstandigheden aangeduid op de aangehaalde figuur, in de werken die hun luchtingang hadden op 907 en 765.

Al de slachtoffers teruggevonden in de werken die hun luchtintrek hadden op 1 035, 975, 907 en 765 zijn omgekomen bij vergiftiging door het aan de brand toe te schrijven kooloxyde.

Er is geen tussenkomst van mijngas- of stofontploffingen in het ontstaan van het ongeval. Wel heeft men op verschillende punten van de lagere verdieping (1 035 - 975) uitwerkingen van ontploffing en van luchtverplaatsing vastgesteld. Maar het geldt hier latere verschijnselen, die gevolgen en geen oorzaken van het ongeval waren.

Naar de geneeskundige vaststellingen waren de wonden die zekere slachtoffers vertoonden en die aan deze uitwerkingen of aan instortingen toe te schrijven waren, alle wonden post mortem.

233.2. — Warmteuitwerkingen.

Een tweede gevolg van de brand bestond in zijn warmteuitwerkingen.

a) de eerste luchtdeur, die zich in de verbinding tussen schachten bevond op ongeveer 15 meter van de haard, was aan een aanzienlijke straling blootgesteld.

b) naar de uitgevoerde proeven, hadden de vlammen in het middelpunt van de vuurpoel een temperatuur van 1 250°. Zij verwekten een zeer hete rook die, onder de werking van de depressie en in de omstandigheden aangeduid op de reeds aangehaalde figuur, opgezogen werd enerzijds door de omlopen der ledige wagens op 975, waarbij hij nabij (3 m) de gezegde deur voorbijtrok; en, anderzijds door de lekken der drie deuren, lekken welke nog vergroot werden door de op de grond lopende sporen.

De bovengrondse ventilator werd in werking gehouden tot 9 uur 30'.

c) men moet insgelijks de tegenwoordigheid onthouden in de verbinding tussen schachten van brandbare stoffen die achtereenvolgens in brand schoten, te weten :

1) de olieklekken, opgenomen in een horizontaal onder de cilinder van de balans geplaatste verzamelgoot;

2) de olieklekken, opgenomen in een op de bodem aan de ingang van de westomloop der ledige wagentjes staande verzamelvat;

3) de eerste luchtdeur, die in hout was;

4) de houten kappen voorbij de deur, aan het dak van de verbinding;

5) de 2^{de} en 3^{de} luchtdeuren, welke insgelijks in hout waren;

6) de houten kappen die de verbinding be kroonden tot aan de luchtuittrekkende schacht.

Om al deze redenen heeft de brand zich uitgebreid van de laadplaats 975 der luchtintrekkende

Pour toutes ces raisons, l'incendie a progressé de l'envoyage 975 m puits d'entrée d'air vers l'envoyage 975 m puits de retour d'air.

Pour parcourir les 25,70 mètres séparant les 2 puits, l'incendie a mis environ 1 heure.

Par suite du courant d'air ascendant dans le puits de retour d'air, déterminé par le seul ventilateur superficiel dans les conditions de la figure citée mais accru du fait de la disparition des 3 portes obturatrices, l'incendie se propagea rapidement en montant dans le puits de retour d'air jusqu'à la surface. Il fut alors alimenté par les solives et le guidonnage en bois de ce puits, et surtout par le réservoir d'huile de la balance de 1 035 m lequel se trouvait vers 965 m.

Le puits de retour d'air devenait complètement inutilisable dès que l'incendie l'eut atteint vers 9 h 10. Les câbles d'extraction se rompirent respectivement à 9 h 30 et 10 h 15 et les deux cages tombèrent dans le puits.

2.4. — Difficultés rencontrées au cours des premières opérations de sauvetage.

Les opérations de sauvetage aussitôt entreprises après l'accident rencontrèrent notamment les entraves suivantes :

Les câbles téléphoniques avaient été coupés dès le début par la poutrelle à l'envoyage de 975 m supprimant ainsi toute liaison entre la surface et les niveaux de 975 et de 1 035 m (8 h 10).

D'autre part, la présence des fumées opaques à 1 035 m entrava la fuite du personnel (8 h 20).

Les communications qui existaient entre le nouveau puits qui n'avait atteint, le 8 août 1956, que la profondeur de 879,70 m et le puits d'entrée d'air, étaient bouchées par mesure de sécurité, afin qu'un dégagement instantané se produisant dans le nouveau puits à l'approche d'une veine de charbon ne puisse compromettre les travaux de la mine. Il fallut plusieurs heures pour les rouvrir à une section suffisante permettant le passage de sauveteurs munis d'appareils respiratoires.

Au puits d'entrée d'air, les difficultés suivantes ont été rencontrées :

Du fait que la cage couchant bloquée à 975 m, par l'accident même, était reliée à la bobine fixe, la machine d'extraction était elle-même bloquée, et par suite aussi l'autre cage.

Il n'y avait donc aucun moyen de descendre rapidement dans le puits d'entrée d'air. Il fallut procéder successivement au déclavetage de la bobine folle levant, au débobinage du câble de la bobine fixe couchant et à son rejet dans la cour, à la re-

schacht tot aan de laadplaats 975 der luchtuittrekkende schacht.

In ongeveer één uur tijd had de brand de afstand van 25,70 meter, tussen de twee schachten afgelegd.

In de luchtuittrekkende schacht heeft de brand zich onder de invloed van de stijgende luchtstroom, verwekt door de bovengrondse ventilator alleen, in de omstandigheden aangeduid in de aangehaalde figuur en versterkt door het verdwijnen van de drie afsluitingsdeuren, snel uitgebreid tot aan de bovengrond.

Hij werd dan gevoed door de houten balken en leibomen van deze schacht, en vooral door de oliereservoir van de balans van 1 035, welke reservoir zich op ongeveer 965 m bevond.

De luchtuittrekkende schacht werd volkomen onbruikbaar vanaf het ogenblik waarop de brand ze bereikt had, rond 9 u 10'. De extractiekabels braken respectievelijk om 9 u 30' en 10 u 15' en de twee kooien vielen in de schacht.

2.4. — Moeilijkheden in de loop van de eerste reddingsoperaties.

De onmiddellijk na het ongeval ondernomen reddingsoperaties ontmoetten namelijk de volgende hindernissen :

Van bij de aanvang werden de telefoonkabels door de balk op de laadplaats van 975 doorsneden, waardoor de verbinding van de bovengrond met de niveau's 975 en 1 035 (8 u 10') volledig verbroken werd.

Anderzijds belette de dichte rook op 1 035 de vlucht van het personeel (8 u 20).

De verbindingen tussen de nieuwe schacht, die op 8 augustus 1956, slechts 879,70 m diepte bereikt had, en de luchtintrekkende schacht waren afgesloten, bij veiligheidsmaatregel, teneinde de werken van de mijn te onttrekken aan de gevolgen van een gebeurlijke plotselinge losbarsting van mijngas in de nieuwe schacht bij het naderen van een kolenlaag.

Het duurde verscheidene uren alvorens de afsperringen wijd genoeg geopend waren om het doorlaten van de met ademhalingstoestellen uitgeruste redders toe te laten.

In de luchtintrekkende schacht, deden zich de volgende moeilijkheden vóór :

Daar ten gevolge van het ongeval, de aan de vaste bobijn verbonden westkooi op 975 vastlag, stond de ophaalmachine zelf ook vast en bijgevolg insgelijks de andere kooi.

Er bestond dus geen enkel middel om snel in de luchtintrekkende schacht af te dalen. Er moest achtereenvolgens overgegaan worden tot het lossen van de losse oostbobijn, het afrollen van de kabel van de vaste westbobijn en het neerleggen er van op het terrein, het terugnemen en vastslaan

prise et au reclavetage de la bobine folle levant, toutes opérations qui durèrent jusqu'à 12 heures.

Ce n'est qu'ensuite qu'il fut possible de tenter une descente dans le puits d'entrée d'air qui ne put d'ailleurs dépasser la profondeur de 170 mètres à cause de la vapeur d'eau et de la haute température.

Au puits de retour d'air, les difficultés suivantes furent rencontrées :

Par suite de la rupture déjà signalée de la conduite d'air comprimé à 975 m, la pression de l'air comprimé décrut progressivement à la surface ce qui provoqua, lorsqu'elle eut atteint le minimum prévu, vers 8 h 30, la chute du contre-poids du frein de sécurité de la machine d'extraction du puits de retour d'air; celui-ci était alors le seul disponible pour effectuer une reconnaissance au fond.

La faiblesse de la pression d'air comprimé et la lenteur de sa remontée s'opposaient à tout relevage du contre-poids du frein de sécurité. Il fallut attendre jusqu'à 8 h 45 que, la vanne située à la surface sur le départ de la canalisation rompue ayant été fermée, la pression remontât suffisamment, ce qui retarda d'autant la première descente de l'ingénieur.

L'ingénieur et le conducteur des travaux du poste de nuit furent contraints d'abrégier leur reconnaissance lors de leur première descente parce qu'ils n'étaient pas porteurs d'appareils respiratoires. Ils furent menacés par les fumées au-dessous du niveau de 835 m et durent se faire remonter au plus tôt. Il n'y avait pas d'appareils respiratoires en dépôt au siège. La permanence de sauveteurs était assurée à la centrale de sauvetage de Marcinelle et non au siège.

L'encageur de 975 m arriva à la surface à 8 h 25 et informa aussitôt de l'incendie le directeur des travaux.

D'autre part, la centrale de sauvetage de Marcinelle alertée à 8 h 35, et commandée à 8 h 48 arriva au siège à 8 h 58. Les pompiers de Marcinelle et ceux de Charleroi arrivèrent sur les lieux à 10 h 30.

3. — RESUME DES CONCLUSIONS

La Commission estime nécessaire de rassembler ci-après les causes et circonstances qui, parmi toutes celles qui précèdent, ont joué un rôle essentiel.

L'utilisation de câbles plats et de cages à plusieurs paliers avait conduit à l'emploi de balances, pour le fonctionnement desquelles on avait adopté

van de losse oostbobijn, verrichtingen waarvan de laatste slechts te 12 uur geëindigd was.

Het was slechts daarna dat men de mogelijkheid had een poging te doen om in de luchtintrekkende schacht af te dalen. Men geraakte echter niet onder 170 meter diepte wegens de waterdamp en de hoge temperatuur.

In de luchtuittrekkende schacht deden zich de volgende moeilijkheden vóór :

Ten gevolge van de reeds vermelde breuk van de persluchtleiding op 975, daalde geleidelijk de druk van de perslucht op de bovengrond; wanneer deze druk rond 8 u 30 het voorziene minimum bereikt had, kwam het tegengewicht van de veiligheidsrem van de ophaalmachine der luchtuittrekkende schacht dus op zijn laagpunt; deze schacht was toen de enige langs waar een verkenning van de ondergrond mogelijk was.

De lage druk van de perslucht en de traagheid waarmee hij kon verhoogd worden verhinderden elke poging om het tegengewicht van de veiligheidsrem op te halen. Men moest wachten totdat de druk, na afsluiting van de op de bovengrond op het vertrek van de gebroken leiding staande schuif, om 8 u 45 voldoende gestegen was. Dit vertraagde met zoveel de eerste afdaling van de ingenieur.

De ingenieur en de conducteur van de werken van de nachtdienst werden gedwongen hunne verkenning bij hun eerste afdaling te verkorten, daar zij van geen ademhalingstoestellen voorzien waren. Zij werden door de rook bedreigd onder het niveau van 835 m en moesten zich zonder verwijl terug doen ophalen. Er waren geen ademhalingsstoestellen in de opslagplaats van de zetel. De bestendige reddingsdienst was ingericht op de reddingscentrale van Marcinelle en niet op de zetel.

De kooilader van 975 kwam op de bovengrond om 8 u 25 en verwittigde onmiddellijk de directeur der werken dat er brand was.

Anderzijds kwam de reddingscentrale van Marcinelle op de zetel, om 8 u 58. Zij werd opgeroepen om 8 u 35 en bevolen om 8 u 48. De brandweer van Marcinelle en die van Charleroi kwamen ter plaatse om 10 u 30.

3. — SAMENVATTING DER CONCLUSIES

De Commissie acht het nodig hierna de oorzaken en omstandigheden te verzamelen die, onder al de voorafgaande, een essentiële invloed hadden.

Het gebruik van platte kabels en van kooien met verscheidene vakken heeft geleid tot het benuttigen van balansen, voor welke werking men olie verkozen had. Daaruit volgde dat men ver-

l'huile. Il en résultait la présence d'environ 850 litres d'huile combustible dans une entrée d'air. La canalisation nécessaire ne comportait pas de protection spéciale.

Les câbles électriques étaient placés dans le voisinage de celle-ci et pénétraient dans l'envoyage à la couronne de celui-ci sans aucune protection spéciale.

L'extraction se faisait à 2 étages dans le même puits et la signalisation était complexe. Le tableau de signalisation était incomplet, ne reprenant pas deux signaux parmi les plus courants et il y avait, en outre, des instructions verbales. Ces dernières prévoyaient notamment la possibilité d'un accord téléphonique entre le fond et le jour, à la suite duquel les départs de cages autres que le premier pouvaient se faire sans signal permissif de 975 m lorsque les encageurs s'absentaient. Ce système exposait à des risques de confusion en raison notamment de ce qu'il était mis en œuvre par deux préposés.

La présence de matières combustibles dans la communication entre les deux puits a favorisé la propagation de l'incendie d'un puits à l'autre, les 3 portes en bois qui s'y trouvaient loin de s'y opposer, ont elles-mêmes contribué à cette propagation.

Un démarrage intempestif succédant à un décaement imparfait a provoqué des détériorations de la canalisation d'huile et des câbles électriques qui ont donné lieu à un incendie inévitable et aussitôt d'une extrême violence.

Cet incendie alimenté, d'une part par l'huile et les bois voisins, et d'autre part par l'air comprimé sortant de la conduite rompue et par le courant d'aéragé produit par le seul ventilateur superficiel, dégagea des quantités massives de fumées, riches en oxyde de carbone.

Ces fumées toxiques, dont une partie remonta dans le puits jusqu'à la surface, furent aspirées dans tous les travaux, y provoquant l'intoxication du personnel.

D'autre part, les fumées très chaudes furent aspirées tant à proximité de la première porte que par les fuites existant à la base des 3 portes.

L'incendie arrivant ainsi, au bout d'une heure, au puits de retour d'air, qui était alors parcouru par un courant important d'aéragé ascendant, se propagea très rapidement jusqu'à la surface, rendant aussitôt inutilisable la deuxième issue du siège.

plight was in een luchtintrek een volume van ongeveer 850 liter brandbare olie te bergen. De nodige leiding was van geen bijzondere bescherming voorzien.

De elektrische kabels bevonden zich in de nabijheid van deze leiding en liepen in de laadplaats langs haar bovenkant zonder bijzondere bescherming.

De extractie geschiedde op twee verdiepingen in dezelfde schacht en het seinstelsel was ingewikkeld. Het seinbord was niet volledig: twee van de meest gebruikte seinen waren er niet op aangegeven en er bestonden, daarenboven, mondelinge onderrichtingen. Deze laatste voorzagen namelijk de mogelijkheid van een telefonisch akkoord tussen onder- en bovengrond, tengevolge waarvan de kooiopvaarten, behoudens de eerste, mochten geschieden zonder toelating sein vanuit 975 m wanneer de kooiladers zich van hun werkplaats verwijderden. Dit stelsel kon aanleiding geven tot verwarring o.m. omdat het door twee aangestelden toegepast werd.

De aanwezigheid van brandbare stoffen in de verbinding tussen de twee schachten heeft de uitbreiding van de brand van de ene schacht naar de andere begunstigd; de drie houten deuren die er zich bevonden, verre van een hindernis te zijn, hebben ook die uitbreiding in de hand gewerkt.

Een ontijdig vertrek, dat op een gebrekkige ontkooiing volgde, heeft beschadigingen veroorzaakt aan de olieleiding en aan de elektrische kabels; deze beschadigingen veroorzaakten een onvermijdelijke brand die dadelijk uiterst hevig was.

Deze brand, gevoed enerzijds door de olie en het nabije hout, anderzijds door de uit de gebroken leiding ontsnappende perslucht en door de luchtstroom, die de alleen in werking staande bovengrondse ventilator verwekte, ontwikkelde een massieve hoeveelheid rook, welke veel kooloxyde bevatte.

Deze vergiftige rook, die gedeeltelijk in de schacht opsteeg tot aan de bovengrond, werd opgezogen in de werken en veroorzaakte er de vergiftiging van het personeel.

Anderzijds werd de hete rook insgelijks opgezogen zowel in de nabijheid van de eerste deur als door de lekken aan de voet der drie deuren.

Nadat de brand zich na een tijdverloop van één uur uitgebreid had tot aan de luchtuittrekkende schacht, die dan door een aanzienlijke stijgende luchttocht doorlopen was, steeg het vuur zeer snel tot aan de bovengrond en maakte dadelijk de tweede uitgang van de zetel onbruikbaar.

**Extrait du proces-verbal N° 20
de la réunion du 6 juin 1957.**

« Le texte du rapport ayant été adopté point par point après échanges de vues et votes émis par des majorités variables est adopté, dans son ensemble, par les membres présents dont les noms suivent :

Balesse, Beeken, Bijmens, Brison, Caltagirone, Delarge, Denis, Dessalles, Dethier, Drouard, Dupont, Fiévez, Galvan, Gallina, Lefevre, Logelain, Manuelli, Padula, Righelli, Schensky, Stassen, Ste-nuit, Tezenas du Moncel, Vandendriessche, Van-denheuvel, Van Laethem,

moyennant possibilité pour ceux-ci d'y adjoindre une note de minorité contenant leurs objections sur l'un ou l'autre point ».

Bruxelles, le 28 juin 1957.

*Le Président
E. VAN LAETHEM*

*(Sé) Le Secrétaire Le Vice-Président,
J. STASSEN A. VANDENHEUVEL*

**Uittreksel uit de notulen N° 20
van de vergadering van 6 juni 1957.**

« Aangezien de tekst van het verslag na gedachtenwisselingen en stemmingen met veranderlijke meerderheid punt na punt aangenomen werd, wordt hij in zijn geheel aangenomen door de hierna genoemde aanwezige leden, op voorwaarde dat zij er een minderheidsnota mogen aan toevoegen, waarin hun bezwaren tegen één of ander punt tot uiting komen.

Namen het verslag aldus in zijn geheel aan, de heren :

Balesse, Beeken, Bijmens, Brison, Caltagirone, Delarge, Denis, Dessalles, Dethier, Drouard, Dupont, Fiévez, Galvan, Gallina, Lefevre, Logelain, Manuelli, Padula, Righelli, Schensky, Stassen, Ste-nuit, Tezenas du Moncel, Vandendriessche, Van-denheuvel, Van Laethem.

Brussel, 28 juni 1957.

*De Voorzitter,
E. VAN LAETHEM*

*(Get) De Secretaris, De Ondervoorzitter,
J. STASSEN A. VANDENHEUVEL*

4. — NOTES DE MINORITE

Note du 6 juin 1957

de MM. Balesse, Beeken, Dethier, Fiévez
et Vandendriessche.

Nous rendons hommage aux membres de la Commission et aux personnes qui, à des titres divers, ont été appelées en consultation par la Commission.

Le rapport final a notre approbation et nous le signerons, mais sous réserve notamment des observations ci-après.

1. — La concession du Bois de Cazier a une superficie de 875 Ha, soit, en gros, un cinquième de la superficie des concessions limbourgeoises, lesquelles datent déjà de 40-50 ans et que l'on va agrandir par la répartition entre elles des réserves B et C.

2. — Les deux puits sont situés au Nord de la concession et il en résulte ce qui suit :

Les parcours souterrains ne seront jamais longs, compte tenu des possibilités offertes par la technique minière actuelle mais ils seront toujours très longs, compte tenu de la superficie de la concession.

3. — Les deux puits ont un diamètre très réduit : respectivement 3,16 m et 3,26 m. Ils ont été creusés il y a plusieurs décades pour assurer une production journalière de 100-200 tonnes. Ils produisent maintenant 580 tonnes nettes par jour, soit 750-800 tonnes brutes.

4. — De plus, véritables boyaux que l'on n'accepterait plus comme boueux (galeries à travers bancs), ces puits abritent, en outre, des guides et cordons de signaux traditionnels :

- 1) une installation téléphonique;
- 2) des colonnes à eau;
- 3) des câbles électriques;
- 4) une colonne à air comprimé;
- 5) une colonne de captage de grisou.

5. — Cela n'est pas une critique particulière, mais nous entendons souligner que les câbles électriques n'étaient pas protégés, ni dans les puits, ni dans les couronnes des envoyages.

6. — L'extraction se fait à l'aide de cages à huit compartiments dont chacun est mis au niveau de l'encagement à l'aide d'une balance. C'est le signe évident du caractère étriqué des puits.

7. — La balance fonctionne d'une manière indépendante par la commande de l'encageur.

Il s'ensuit que le machiniste doit mettre du mou (partie du câble d'extraction) sur le toit de la cage.

8. — Le caractère désuet et dangereux des installations n'avait pas échappé à la direction. En effet, dès avant la guerre, elle avait pris la déci-

4. — MINDERHEIDSNOTA'S

Nota van 6 juni 1957

van de heren Balesse, Beeken, Dethier, Fiévez
en Vandendriessche.

Wij brengen hulde aan de leden der Commissie en aan de personen die, in verschillende hoedanigheid, door de Commissie geraadpleegd werden.

Het eindverslag draagt onze goedkeuring weg en wij zullen het ondertekenen, onder voorbehoud nochtans van de volgende bemerkingen.

1. — De concessie Bois de Cazier heeft 875 Ha oppervlakte, hetzij ongeveer één vijfde van de oppervlakte der limburgse concessies, welke reeds 40-50 jaren bestaan en nog uitgebreid zullen worden door de verdeling van de reserves B en C.

2. — De twee schachten liggen ten noorden van de concessie met als gevolg dat :

de ondergrondse trajecten nooit zeer lang zullen zijn, rekening gehouden met de door de mijn-techniek thans geboden mogelijkheden; zij zullen echter altijd lang zijn, rekening gehouden met de oppervlakte der concessie.

3. — De twee schachten hebben een zeer geringe diameter : respectievelijk 3,16 m en 3,26 m. Zij werden gedolven, verschillende decaden geleden, om een dagelijkse productie van 100-200 ton te verzekeren. Zij produceren thans 580 netto-ton per dag, hetzij 750-800 bruto-ton.

4. — Daarenboven bergen die schachten, die echte smalle gangen zijn, die men niet meer als steengangen zou aannemen, buiten de gewoonlijke geleibomen en seinkabels :

- 1) een telefonische installatie;
- 2) waterleidingen;
- 3) elektrische kabels;
- 4) een persluchtleiding;
- 5) een leiding voor de captatie van mijngas.

5. — Dit is geen bijzondere kritiek, maar wij willen onderlijnen dat de elektrische kabels niet beschermd waren, noch in de schachten, noch aan de bovenkant der laadplaatsen.

6. — De extractie wordt uitgevoerd met kooien met acht vakken, waarvan elk gelijkvloers gebracht wordt met de laadplaats door middel van een balans. Dit is een duidelijk teken van de engheid der schachten.

7. — De balans wordt onafhankelijk in werking gebracht door de bediening van de kooilader.

Bijgevolg moet de machinist een zekere lengte losse kabel (een deel van de extractiekabel) op het dak van de kooi laten.

8. — Het verouderd en gevaarlijk karakter der installaties was aan de directie niet ontsnapt.

sion de creuser un nouveau puits. Toutefois, ce n'est que récemment que la réalisation en a été entreprise.

Conclusions.

Pour les raisons ci-dessus exposées, nous concluons que pareilles installations :

- ne sont pas suffisantes pour recevoir l'appareillage qui est actuellement nécessaire à l'exploitation charbonnière;
- qu'elles sont, dès lors, une nuisance économique;
- et qu'elles ne sont pas en mesure d'assurer au personnel la sécurité optimum.

Nous affirmons même que c'est dans ces installations que se trouve la cause originelle de la catastrophe.

Nous ne voulons toutefois pas faire perdre à la Nation le bénéfice de l'exploitation des richesses minérales auxquelles elle contribue.

Aussi, notre ultime conclusion est la suivante : des concessions comme celle du Bois de Cazier doivent être condamnées et intégrées dans un complexe de gisements plus vaste, à la mesure de la technique minière du présent et de demain.

* * *

Nous entendons encore souligner ce qui suit d'une manière particulière :

1. — Les articulations de la balance étaient commandées par huile, abandonnée dans tous les autres puits utilisant cet appareil.
2. — Le mauvais système d'extraction maintenu, cependant que des accidents techniques s'étaient déjà produits et avaient été portés à la connaissance de la direction.
3. — Le système de signalisation et de communications téléphoniques manquant pour le moins d'homogénéité, puisque assuré par deux personnes, l'encageur et son aide.
4. — Le manque de moyens de lutte contre les feux et incendies.
5. — La commande retardée de la Centrale de sauvetage.
6. — L'insuffisance de nos centrales de sauvetage, comme le prouve l'appel lancé aux Centrales d'Essen et de Douai.

**Note du 12 juin 1957 de
MM. Dessalles et Dupont.**

La délégation soussignée de la Fédération des Unions Professionnelles des ingénieurs de charbonnages a estimé devoir adresser la note suivante,

Zij had, inderdaad, reeds vóór de oorlog de beslissing genomen een nieuwe schacht te delven. Nochtans, is het slechts onlangs dat de uitvoering er van ondernomen werd.

Besluiten.

Wegens de hierboven uiteengezette redenen, besluiten wij dat dergelijke installaties :

- niet ruim genoeg zijn om de uitrusting te bevatten die thans voor de kolenmijnexploitatie onontbeerlijk is;
- dat zij, daarom, economisch schadelijk zijn;
- en dat zij niet in staat zijn aan het personeel de beste veiligheid te verzekeren.

Wij bevestigen zelfs dat het in deze installaties is, dat zich de oorspronkelijke oorzaak van de ramp bevindt.

Wij willen nochtans aan de Natie het voordeel niet doen verliezen van de exploitatie der minerale schatten waartoe zij bijdraagt.

Ook is onze laatste conclusie de volgende : Concessies gelijk Bois de Cazier moeten opgegeven worden en ingeschakeld in een complex van meer uitgestrekte mijnvelden, die aan de hedendaagse en toekomstige mijntechniek aangepast zijn.

* * *

Wij willen nog bijzonder de nadruk leggen op het volgende :

1. — De geledingen der balans werden gedreven door olie, welke vloeistof thans in al de andere schachten waarin dit toestel gebruikt wordt, opgegeven werd.
2. — Het behouden van het slechte extractiesysteem, alhoewel zich nochtans technische ongevallen voorgedaan hadden die ter kennis der directie gebracht werden.
3. — Het systeem van seinoverbrenging en telefonische verbinding, dat ten minste een gebrek aan homogeniteit vertoont, daar het door twee personen verzekerd wordt, de kooilader en zijn helper.
4. — Het gebrek aan blusmiddelen.
5. — De laattijdige oproep tot de Reddingscentrale.
6. — De ontoereikendheid van onze reddingscentrales, die door de oproep tot de Centrales van Essen en van Douai bewezen werd.

**Nota van 12 juni 1957 van de
heren Dessalles en Dupont.**

De ondergetekende afvaardiging van de Federatie der Beroepsverenigingen van de ingenieurs van kolenmijnen heeft geacht de volgende nota te

afin de fixer sa position exacte dans l'élaboration du rapport de la Commission et d'apporter des informations et précisions complémentaires, ainsi que des rectifications que ses membres avaient exposées et qui n'ont pas été retenues dans le texte de la Commission, admis par la délégation sous réserve de pouvoir présenter sur chaque point une note de minorité.

Notre note se bornera à des observations d'ordre technique ou scientifique.

Du point de vue de la méthode, nous devons faire une *remarque préalable*.

Les causes de l'accident ont été énumérées et on a voté. Pour nous, appliquant rigoureusement les méthodes scientifiques auxquelles nous avons été formés, nous estimons que les causes d'un phénomène physique ne peuvent être déterminées que par l'*observation, l'expérience ou le calcul*. — Un vote en pareille matière n'a pas de signification, et nous répétons ce qu'un de nous a déjà eu l'occasion de dire en d'autres circonstances : Cela rappelle un conte de Kipling : « The village that voted the earth was flat » — Le village qui a voté que la terre était plate.

On ne peut mettre sur le même pied une loi physique et une loi qui émane de la législature. Dans la première on exprime une *vérité*, dans le second cas une *volonté*.

La différence est essentielle et si dans le monde actuel, on traite ces questions de la même façon, c'est dans le manque d'esprit philosophique et dans le désarroi des esprits auquel nous assistons que semblable confusion peut trouver son explication.

C'est pour les mêmes raisons que, dans le cas présent, l'on a confondu « causes et circonstances »; il est absurde évidemment d'attribuer le caractère de cause, comme on a voulu le faire, à la présence d'une poutrelle à l'envoyage. Ainsi que nous l'avons déclaré : autant dire que le couteau d'un assassin est la cause du meurtre.

Cela étant dit, nous suivons l'ordre du résumé des conclusions, en précisant notre avis sur les différents paragraphes qui précèdent l'exposé des *vraies causes* de l'accident, causes que nous rappellerons à la fin :

A. Considérations exposées dans le résumé

a) La *canalisation d'huile*, dit le résumé, ne comportant pas de « *protection spéciale* », cela laisserait supposer que la conduite était facilement exposée à un choc, dû à la cage ou à un wagonnet sortant de la cage. Or, il n'en est rien.

moeten voorleggen, ten einde juist te bepalen welke houding zij bij het totstandbrengen van het verslag der Commissie aangenomen heeft, inlichtingen en nadere gegevens aan te brengen, alsmede verbeteringen die haar leden uiteengezet hadden en die niet weerhouden werden in de tekst der Commissie, tekst die door de afvaardiging aangenomen werd, onder voorbehoud dat op ieder punt een minderheidsnota mocht ingediend worden.

Onze nota zal zich beperken tot opmerkingen van technische of wetenschappelijke aard.

Wat de methode betreft, moeten wij een *voorafgaande opmerking* maken.

De oorzaken van het ongeval werden opgesomd en men heeft gestemd.

Wat ons betreft, bij strenge toepassing der wetenschappelijke methoden die onze vorming beheerst hebben, achten wij dat de oorzaken van een fysisch verschijnsel slechts kunnen bepaald worden door *waarneming, proef of berekening*. Een stemming in dergelijk geval is zonder betekenis en wij herhalen wat één van de onzen reeds de gelegenheid had te zeggen in andere omstandigheden : Dit herinnert aan een novelle van Kipling : « The village that voted the earth was flat ». Het dorp dat stemde dat de aarde vlak was.

Men mag een fysische wet op dezelfde voet niet plaatsen als een wet die van een wetgevend lichaam uitgaat. De eerste drukt een *waarheid* uit, de tweede, een *wil*.

Het verschil is essentieel en indien in de huidige wereld die kwesties op dezelfde wijze behandeld worden, kan men slechts de uitleg van dergelijk misverstand vinden in het gebrek aan filosofische geest en in de verwarring van het verstand waarvan wij de getuigen zijn.

Het is om dezelfde redenen dat men, in dit geval, « oorzaken en omstandigheden » verward heeft; het is klaarblijkelijk ongerijmd het karakter van een oorzaak, zoals men het wilde doen, toe te schrijven aan de aanwezigheid van een balk op de laadplaats. Zoals wij zegden, komt dat overeen met te beweren dat het mes van een moordenaar de oorzaak van de moord is.

Dit gezegd zijnde, volgen wij de orde van de samenvatting der conclusies, en bepalen wij nauwkeurig ons advies over de verschillende paragrafen die de uiteenzetting van de *ware oorzaken* van het ongeval voorafgaan, oorzaken aan dewelke wij ten slotte zullen herinneren.

A. — *In de samenvatting uiteengezette beschouwingen.*

a) De *olieleiding*, zegt de samenvatting, was zonder *bijzondere bescherming*. Dat zou kunnen laten vermoeden dat de leiding licht blootgesteld was aan een schok, hetzij van de kooi, hetzij van een uit de kooi hangend wagentje. Welnu, dit is

La tuyauterie passait à plus de 0,30 m de la cage, à l'endroit où elle a été atteinte par une poutrelle de 350 mm de hauteur et 123 mm de largeur, encastrée dans les parois et reliée par de plus petites poutrelles, à une pièce semblable à elle-même, située de l'autre côté de l'envoyage. Cette poutrelle était capable de résister avant rupture à un effort de plus de 50 000 kg. Ce n'est qu'en raison de l'énergie extrêmement grande que possédait le système formé par les cages, les câbles, les molettes, les bobines et le moteur électrique — (énergie qui calculée d'après la formule dite de la force vive $T = MV^2/2$, M étant la masse, V la vitesse, pouvant être de 40 000 à 60 000 kilogrammètres) que cette poutrelle a pu être pliée, arrachée et projetée vers la tuyauterie et les câbles.

Il importe d'ailleurs de redire que ce n'est pas là une cause. Si la tuyauterie n'avait pas contenu d'huile, l'accident ne serait pas arrivé.

b) L'énoncé des conclusions relatives aux câbles électriques disant que les câbles « passaient à la couronne de l'envoyage sans aucune protection spéciale » pourrait aussi être considéré comme une critique. La question de la protection des câbles a été longuement examinée à Luxembourg par la Sous-Commission de l'électricité. De l'avis des techniciens de celle-ci, les câbles doivent être visibles et accessibles sur toute leur longueur.

D'ailleurs, le court-circuit, en lui-même, sans présence d'huile n'aurait pu être cause de l'accident actuel.

c) L'exploitation disposait de 2 puits de 3,16 m de diamètre pour le puits d'entrée et de 3,26 m pour le puits de retour d'air.

Les cages passaient à 30 cm du bord de la poutrelle de support des poulies de balance, distance notablement supérieure à celle que l'on rencontre dans des puits de plus grand diamètre.

L'extraction se faisait au moyen de machines électriques à bobines, avec câbles plats. Les deux cages circulant dans le puits d'entrée d'air comportaient chacune 8 compartiments de 1 chariot.

Les manœuvres se faisaient en montant à la surface, au moyen de la machine d'extraction.

A 975, niveau où s'est déclenché l'incendie, elles étaient réalisées en descendant, indépendamment des manœuvres à la surface, par le moyen classique de la balance hydraulique. Les manœuvres fond et surface étaient simultanées. La balance fonctionnait à l'huile. L'exploitation de la mine comportait notamment l'extraction par le puits d'entrée d'air à 2 étages différents : 975 et 765.

Il en résultait 3 modes d'extraction possibles :

niet het geval. De leiding liep op meer dan 0,30 m van de kooi, op de plaats waar zij getroffen werd door een 350 mm hoge en 123 mm brede balk, die in de wanden ingevoegd was en bij middel van kleinere balken verbonden aan een gelijkaardige balk, op de andere zijde der laadplaats gelegen. Deze balk kon alvorens te breken weerstaan aan een belasting van meer dan 50 000 kg. Deze balk kon slechts geplooid, afgesleurd en op de leiding en de kabels geworpen worden door de uiterst grote energie van het systeem bestaande uit de kooien, de kabels, de kabelschijven, de bobijnen en de elektrische motor (energie, die berekend volgens de zg. formule van de kinetische energie : $T = M V^2/2$, waarin M de massa voorstelt en V de snelheid, wel 40 000 à 60 000 kilogrammeter kon bereiken). Het is trouwens van belang te herhalen dat dit geen oorzaak was.

Had de leiding geen olie bevat, dan zou het ongeval niet gebeurd zijn.

b) De tekst der conclusies aangaande de elektrische kabels, waarin gezegd wordt dat de kabels « zonder enige bijzondere bescherming in de laadplaats liepen langs de bovenkant van deze laatste » zou ook als een kritiek kunnen beschouwd worden. De kwestie van de bescherming der elektrische kabels werd langdurig bestudeerd te Luxemburg, door de Subcommissie voor de Electriciteit. Naar het advies dezer technici, moeten de kabels zichtbaar en toegankelijk zijn op hun ganse lengte.

Trouwens, de kortsluiting zelf, zonder de olie, zou de oorzaak niet kunnen geweest zijn van het huidige ongeval.

c) De exploitatie beschikte over twee schachten : één van 3,16 m diameter voor de intrekken- de lucht en één van 3,26 m voor de uittrekkende lucht.

De kooien passeerden op 30 cm afstand van de rand van de steunbalk van de schijven der balans, afstand die merkbaar groter is dan die welke men aantreft in schachten met een grotere diameter.

De extractie geschiedde door middel van elektrische machines met bobijnen en platte kabels. De twee kooien van de luchtintrekkende schacht hadden elk acht vakken van één wagentje.

Op de bovengrond geschieden de manœuvres in stijgende richting door middel van de ophaal- machine.

Op 975, niveau waar de brand uitbrak, geschieden zij in dalende richting, onafhankelijk van de manœuvres van de bovengrond, door middel van de klassieke hydraulische balans. De balans werkte met olie. De exploitatie begreep namelijk de extractie langs de luchtintrekkende schacht op twee verschillende verdiepingen : 975 en 765.

Daaruit volgden drie mogelijke vormen van extractie :

- 1) à 975 seul
- 2) à 975 et 765 ensemble — extraction mixte
- 3) à 765 seul.

Le fait d'extraire à 2 étages avec cages réglées à l'étage inférieur implique un code de signalisation plus complexe que dans le cas d'un seul étage d'extraction.

Sur le tableau de signalisation figuraient les signaux suivants :

SIGNAUX

POUR LE PERSONNEL :

- un roulement pour demander la cage
- un coup signifie ARRET
- deux coups signifient PLUS BAS
- trois coups signifient POUR UN ENVOYAGE SUPERIEUR
- quatre coups signifient POUR LA SURFACE

POUR L'EXTRACTION :

- un coup signifie MANŒUVRE
- deux coups signifient PLUS BAS
- trois coups signifient PLUS HAUT

EN CAS D'ACCROC :

- deux roulements et alors deux coups signifient PLUS BAS TOUT DOUCEMENT
- trois coups signifient PLUS HAUT.

TRANSLATION DU PERSONNEL :

- 40 personnes.

Ces indications étaient complétées par des instructions verbales plus détaillées, inculquées avec soin au personnel préposé aux sonneries. Tout nouveau préposé était soumis à un apprentissage systématique des plus sérieux et de longue durée, apportant toute garantie, avant d'être admis et désigné pour assurer le service.

Il n'est pas inutile de dire que des accidents de puits étaient rarissimes au Bois de Cazier.

Les instructions verbales complémentaires dont il est question plus haut se faisaient sur deux points de pratique courante et traditionnellement acquis :

1) A l'extraction, signalisation de départ de chaque cage pour la surface, par l'encageur : 4 coups — à la sonnette normale — Pour le personnel, on donnait le même signal 4 coups après roulement préalable.

2) A l'extraction, signalisation de départ de la cage vide Levant pour 765 m — étage muni d'une balance passante, côté Levant seulement en vue d'une extraction à 765 — 7 coups à la sonnette normale.

Les instructions verbales prévoyaient en outre pour le troisième mode d'extraction à 765 un ac-

- 1) op 975 alléen
- 2) op 975 en 765 samen, gemengde extractie
- 3) op 765 alléen.

De extractie vanaf twee verdiepingen met op de lagere verdieping geregelde kooien vereist een meer ingewikkelde seincode dan in het geval van één enkele extractieverdieping.

Op het seinbord stonden de volgende seinen :

SEINEN

Voor het personeel :

- éénmaal roffelen om de kooi te vragen.
- één slag beduidt : STILSTAND.
- twee slagen beduiden : LAGER.
- drie slagen beduiden : VOOR EEN HOGERE LAADPLAATS.
- vier slagen beduiden : VOOR DE BOVENGROND.

Voor de extractie :

- één slag beduidt : MANŒUVER.
- twee slagen beduiden : LAGER.
- drie slagen beduiden : HOGER.

In geval van hapering :

- tweemaal roffelen en dan twee slagen beduiden : LAGER ZEER LANGZAAM.
- drie slagen beduiden : HOGER.

Vervoer van het personeel :

- 40 personen.

Deze aanduidingen waren aangevuld door meer nauwkeurige mondelinge onderrichtingen, waarvan het aan de seinen aangestelde personeel zorgvuldig doordrongen was. Vooraleer een nieuwe aangestelde aangenomen werd en aangeduid om de dienst te verzekeren werd hij aan een systematische leertijd onderworpen, die zeer ernstig en van lange duur was en volle zekerheid gaf.

Het is niet nutteloos te zeggen dat de schachtongevallen uiterst zeldzaam waren in Bois de Cazier.

De aanvullende mondelinge onderrichtingen waarvan hoger sprake beoogden twee punten der lopende praktijk en die traditioneel bekend waren :

1) Bij de extractie, vertreksein van elke kooi naar de bovengrond, door de kooilader : 4 slagen — aan de normale bel — voor het personeel gaf men hetzelfde sein 4 slagen na een voorafgaand roffelen.

2) Bij de extractie, vertreksein der ledige oostkooi voor 765 m — verdieping voorzien van een doorgangsbalans, op de oostzijde alleen met het oog op een extractie vanaf 765 — 7 slagen aan de normale bel.

De mondelinge onderrichtingen beoogden bovendien voor de derde extractievorm vanaf 765 m een telefonisch akkoord tussen de kooiladers van 975 en de seingever van de bovengrond, krachtens

cord téléphonique entre les encageurs de 975 et le taqueur de surface, permettant alors le départ de la cage Levant de 975 sans aucun signal permis-sif sauf pour le premier départ.

Les encageurs pouvaient alors s'absenter et le taqueur de surface disposait des cages jusqu'à rap-pel du fond, ce qui se faisait à tous les postes.

Le téléphone utilisé à cet effet se trouvait à 975 du côté de l'aide-encageur qui assurait les communications téléphoniques.

Les signalisations électriques sont plus perfec-tionnées, plus rapides; mais elles ne sont pas sans inconvénients : tout le monde sait que les sonne-ries électriques sont sujettes à dérangements et ceux-ci sont assez fréquents dans les signalisations des puits de mines, soit par pénétration de l'hu-midité dans les boîtes diverses que comporte une telle signalisation, soit par défaut d'isolement en-tre fils d'un même câble (comme cela se présente dans les lignes téléphoniques lorsqu'on saisit une communication sur des fils voisins).

Les témoignages de l'encageur de 975 et du ti-reur de surface sont contradictoires et rien ne per-met de dire qu'il s'agisse ici d'un défaut de signa-lisation ou d'une défaillance humaine.

B. Les causes proprement dites

Ces observations étant faites, nous résumons l'énoncé des causes réelles de l'accident, en suivant autant que possible, le texte de la Commission, dans la mesure où notre conscience et nos con-naissances techniques nous le permettent :

1. *Cause initiale* : Un démarrage intempestif succédant à un décaement imparfait a provoqué des détériorations de la canalisation d'huile et des câbles électriques qui ont donné lieu à un incen-die *inévitabile* et aussitôt d'une extrême violence. Nous soulignons le mot *inévitabile*, les expériences ayant montré qu'il fallait un temps si court (quel-ques millisecondes) pour allumer l'huile, qu'aucun appareil industriel de protection n'eût pu couper assez rapidement l'arc pour éviter l'allumage de l'huile.

2. Cause du développement de l'incendie.

Cet incendie alimenté d'une part par 850 litres d'huile et les bois voisins, activé par le courant d'aéragé (cependant réduit en raison de l'arrêt des ventilateurs de fond) et transitoirement par de l'air comprimé sortant d'une conduite rompue, dé-gagea des quantités massives de fumées riches en oxyde de carbone.

hetwelk het vertrek van de oostkooi dan toegela-ten was zonder toestemmend sein, behoudens voor het eerste vertrek.

De kooiladers mochten zich dan verwijderen en de seingever van de bovengrond beschikte over de kooien tot nieuwe aanroep van de ondergrond, hetgeen bij alle diensten geschiedde.

De hiervoor gebruikte telefoon bevond zich op 975 aan de kant van de hulplader, die de telefoni-sche verbinding verzekerde.

De elektrische seinen zijn beter en sneller; maar zij zijn niet zonder bezwaar; iedereen weet dat de elektrische bellen aan storingen blootgesteld zijn en deze zijn nogal talrijk in de seininstellin-gen der mijnschachten, hetzij door indringen van vochtigheid in de verschillende kassen die een der-gelijke seininstallatie vereist, hetzij bij gebrek aan isolering tussen de draden van eenzelfde kabel (zoals zich dat voordoet op de telefoonlijnen wan-neer men een gesprek verrast op aangrenzende draden).

De getuigenissen van de kooilader van 975 en van de seingever van de bovengrond zijn tegen-strijdig met elkaar en niets laat toe te zeggen of het hier gaat om een gebrekkige seingevering of om een menselijke tekortkoming.

B. — De eigenlijke oorzaken.

Na deze opmerkingen, vatten wij de tekst der werkelijke oorzaken van het ongeval samen, en volgen daarbij zoveel mogelijk de tekst der Com-missie, in de mate waarin ons geweten en onze technische kundigheden het ons toelaten :

1. — *Oorspronkelijke oorzaak* : Een ontijdig vertrek, dat op een gebrekkige ontkooiing volgde, heeft beschadigingen veroorzaakt aan de olielei-ding en aan de elektrische kabels; deze beschadi-gingen veroorzaakten een *onvermijdelijke* brand die dadelijk uiterst hevig werd. Wij onderlijnen het woord *onvermijdelijk*, daar de proefnemingen aangetoond hebben dat een zo korte tijd (enkele milliseconden) nodig was om de olie te doen ont-branden, dat geen enkel industrieel schakeltoestel de hoog snel genoeg had kunnen afsluiten om het ontbranden der olie te vermijden.

2. — Oorzaak van de uitbreiding van de brand.

Deze brand, gevoed door 850 liter olie en het aangrenzende hout, aangewakkerd door de luchtstroom (nochtans verminderd door het stil-vallen van de ondergrondse ventilators) en voor-lopig door de uit haar gebarste leiding ontsnap-pende perslucht, ontwikkelde een aanzienlijke hoeveelheid rook die veel kooloxyde bevatte.

3. Cause de l'intoxication rapide du personnel.

Ces fumées toxiques, dont une partie remonta pendant *peu de temps* jusqu'à la surface gagnèrent très rapidement en 10 à 15 minutes, une grande partie des travaux et en particulier les voyages.

4. Cause de la propagation rapide de l'incendie.

Des fumées très chaudes et des flammes atteignirent rapidement la première porte en bois, (située entre les puits à 975 m) qui prit rapidement feu; les fumées et les gaz chauds passant par les fuites des portes propagèrent l'incendie de la première à la deuxième porte et finalement à la troisième porte.

En moins d'une heure, environ 55 minutes, le feu avait gagné le puits d'air situé à 28 m du puits d'extraction rendant la deuxième issue inutilisable.

Au sujet de cette cause, certains ont reproché le manque d'extincteurs à l'envoyage. Les expériences faites en présence de la Commission ont montré qu'avec l'embrasement effrayant qui s'est produit, personne n'aurait pu agir efficacement avec des extincteurs.

L'un de nous a d'ailleurs assisté à des expériences spéciales, faites au charbonnage de Beringen, à la surface. Une galerie artificielle construite en bois, avec cadres et planches, ayant été mise à feu, et celui-ci ayant été attaqué après 5 minutes environ, on n'a pu l'éteindre ni avec les appareils à poudre, ni avec les appareils à acide carbonique, malgré l'emploi d'un grand nombre d'appareils.

Note du 12 juin 1957

de MM. F. Caltagirone, M. Gallina, R. Righelli,
A. Galvan, B. Padula et R. Manuelli.

Par la présente note, les soussignés se réfèrent aux réserves par eux faites au moment de l'approbation du Rapport final de la Commission, au cours de la séance du 6 juin 1957.

Ces réserves tirent leur origine non pas de quelque motif, possible mais secondaire, de dissentiment sur les conclusions de l'enquête telles qu'elles sont exposées dans le Rapport final, mais bien plutôt de la manière non suffisamment explicite dont ont été relatées, dans le « Résumé des conclusions » dudit Rapport, certaines causes et circonstances qui ont pourtant joué un rôle essentiel.

On relève, en particulier, ce défaut d'indication explicite en ce qui concerne l'action du ven-

3. — Oorzaak der spoedige vergiftiging van het personeel.

Deze vergiftige rook, waarvan een gedeelte gedurende een *korte tijd* tot op de bovengrond steeg, bereikte zeer spoedig, binnen 10 à 15 minuten, een groot gedeelte der werken en bijzonder, de laadplaatsen.

4. — Oorzaak van de snelle uitbreiding van de brand.

Hete rook en vlammen bereikten spoedig de eerste houten deur (tussen de schachten op 975 meter) die dadelijk in brand schoot; de rook en de hete gassen, die door de lekken der deuren trokken, breidden de brand van de eerste tot de tweede en daarna tot de derde deur uit.

In minder dan één uur tijds, ongeveer 55 minuten, had het vuur de luchtschacht bereikt op 28 m van de extractieschacht en maakte de tweede uitgang onbruikbaar.

In verband met deze oorzaak, hebben bepaalde personen het gebrek aan blustoestellen op de laadplaats verweten. De in tegenwoordigheid der Commissie uitgevoerde proefnemingen hebben aangetoond dat niemand met blustoestellen de verschrikkelijke brand doelmatig zou kunnen bestrijden hebben.

Eén van de onzen heeft trouwens bijzondere proefnemingen bijgewoond op de bovengrond van de kolenmijn van Beringen. Een kunstmatige houten galerij, samengesteld uit ramen en planken, werd in brand gestoken. Vijf minuten later werd de brand bestreden en men heeft hem niet kunnen blussen, noch door middel van toestellen met poeder, noch door middel van toestellen met koolzuur, niettegenstaande een groot aantal toestellen gebruikt werden.

Nota van 12 juni 1957

van de heren F. Caltagirone, M. Gallina,
R. Righelli, A. Galvan, B. Padula en R. Manuelli.

In onderhavige nota, verwijzen de ondergetekenden naar het voorbehoud uitgedrukt bij de goedkeuring van het Eindverslag der Commissie, in de loop van de zitting van 6 juni 1957.

Dit voorbehoud is niet toe te schrijven aan enige, mogelijke maar ondergeschikte, reden van onenigheid betreffende de conclusies van het onderzoek zoals zij uiteengezet werden in het eindverslag, maar eerder aan het feit dat zekere oorzaken en omstandigheden, die nochtans een essentiële invloed uitoefenden, in de « Samenvatting der Conclusies » van gezegd Verslag niet uitdrukkelijk genoeg verhaald werden.

Dit gebrek aan uitdrukkelijkheid valt inzonderheid op wat de werking van de bovengrondse

tilateur superficiel, action dont l'intervention dans le déroulement des faits est, d'autre part, reconvenue à plusieurs reprises dans le Rapport final.

De l'examen de ce même Rapport ainsi que de ses annexes, on relève, en effet, que l'action du seul ventilateur superficiel qui s'est prolongée de 8 h 10 (début de l'incendie) à 9 h 30 (arrêt du ventilateur), a eu les effets ci-après, que l'on indique dans l'ordre chronologique où ils ont commencé à se produire :

1. — elle a activé l'incendie initial, en l'alimentant par un fort courant d'air (26,9 m³/seconde au moment de l'incident) ;

2. — elle a, en conséquence, favorisé la production de grandes masses de fumées toxiques ;

3. — elle a répandu ces fumées dans tout le souterrain, ce qui a eu pour effet de vicier l'air d'une manière progressive dans tous les travaux et aux différents niveaux, jusqu'à lui conférer une teneur mortelle d'oxyde de carbone et ce, dans un laps de temps plus ou moins court selon la situation de chacun des travaux ;

4. — elle a provoqué le passage de fumées du puits d'entrée d'air au puits d'aéragé, à travers les fuites des portes de communication, créant ainsi un obstacle aux premières opérations de secours ;

5. — elle a favorisé la propagation du feu du puits d'entrée d'air au puits d'aéragé, par aspiration des produits de combustion de l'incendie à travers les fuites des portes de communication au niveau 975, rendant ainsi inutilisables pour les opérations de secours, après un laps de temps relativement bref (1 heure), les uniques voies d'accès au souterrain que constituaient ces deux puits ;

6. — elle a été un obstacle à la remontée des fumées de l'incendie le long du puits d'entrée d'air jusqu'au jour, ce qui déjà avait eu lieu, par effet de cheminée, à 8 h 15 - 8 h 20, et elle a empêché que l'inversion du courant d'air s'étende à tout le circuit d'aéragé, compromettant ainsi la possibilité d'une amélioration des conditions d'ambiance de toutes les voies souterraines qui seraient venues à se trouver en deça de l'incendie, le long du circuit inversé.

En considération de tout ce qui précède, les soussignés estiment que l'action persistante du ventilateur superficiel après que se fut produit l'incendie doit être considérée parmi les causes et circonstances qui ont joué un rôle essentiel et que, partant, cette action aurait dû être mentionnée d'une façon explicite dans le Résumé des conclusions du Rapport.

ventilator betreft, werking waarvan de tussenkomst in het verloop der gebeurtenissen, anderzijds, verscheidene malen in het Eindverslag erkend wordt.

Wanneer men dit Verslag en de bijlagen er van leest, bemerkt men inderdaad, dat de werking van de bovengrondse ventilator alléén, die voortduurde van 8 u 10 (aanvang van de brand) tot 9 u 30 (stilleggen van de ventilator), de volgende uitwerking had, welke hierna in de chronologische volgorde waarin zij ontstonden vermeld zijn :

1. — zij heeft de oorspronkelijke brand aangewakkerd, met hem door een sterke luchtstroom (26,9 m³/seconde op het ogenblik van de brand) te voeden ;

2. — zij heeft bijgevolg de productie begunstigd van grote massa's vergiftigde rook ;

3. — zij heeft deze rook over de ganse ondergrond verspreid, in al de werken en op de verschillende niveau's, waar hij de lucht geleidelijk besmette, zodat deze een dodelijk gehalte aan kooloxyde bevatte, en wel na een min of meer korte tijdspanne volgens de respectievelijke ligging dezer werken ;

4. — zij heeft de rook van de luchtintrekkende naar de luchtuittrekkende schacht doen overgaan langs de lekken van de verbindingsdeuren en aldus de eerste reddingsoperaties verhinderd ;

5. — door opzuiging van de verbrandingsproducten langs de lekken van de verbindingsdeuren op het niveau 975 heeft zij de uitbreiding van het vuur van de luchtintrekkende naar de luchtuittrekkende schacht begunstigd. Zij heeft alzo, na een betrekkelijk korte tijdspanne (1 uur) deze twee schachten — de enige toegangen naar de ondergrond — onbruikbaar gemaakt voor de reddingsoperaties.

6. — zij heeft het opstijgen van de rook langs de luchtintrekkende schacht tot op de bovengrond verhinderd — opstijgen dat zich nochtans voerde, bij schoorsteen-effect, om 8 u 15 - 8 u 20 — en zij heeft belet dat de luchtstroomomkeer zich tot de ganse luchtkring uitbreidde en alzo heeft zij de mogelijkheid verhinderd van een verbetering der atmosfeer in al de ondergrondse gangen, die zich, langsheen de omgekeerde luchtkring, stroomopwaarts van de brand zouden bevonden hebben.

Rekening gehouden met al wat voorafgaat, achten de ondergetekenden dat de voortdurende werking van de bovengrondse ventilator na het uitbarsten van de brand moet gerangschikt worden bij de oorzaken en omstandigheden die een essentiële invloed uitoefenden en dat deze werking bijgevolg, uitdrukkelijk had moeten vermeld zijn in de Samenvatting van de Conclusies van het Verslag.

Note du 14 juin 1957

de MM. P. Brison et A. Denis.

Les représentants de la Fédération Charbonnière de Belgique au sein de la Commission d'Enquête du Bois du Cazier entendent préciser que le rapport de la Commission est le résultat d'une succession de majorités variables qui se sont exprimées sur les causes et circonstances de la catastrophe.

En effet, en vertu de l'article 4 de l'A.R. du 25 août 1956, il est stipulé :

« Article 4. — Les conclusions de la Commission » sont prises à la majorité des voix des membres » présents.

» Aux conclusions adoptées par la majorité, » peut être annexée une note des membres mino- » ritaires. »

Ces représentants n'ont accepté de donner leur accord à l'ensemble du rapport que pour autant qu'ils puissent exprimer leurs réserves et expliciter leur position sur les points n'ayant pas recueilli leur assentiment lors des votes.

A. — Un des points le plus discuté fut celui de la signalisation.

Il est rapporté : « L'extraction se faisait à 2 étages dans le même puits et la signalisation était complexe; le tableau de signalisation était incomplet, ne reprenant pas 2 signaux parmi les plus courants et il y avait, en outre, des instructions verbales. Ces dernières prévoyaient notamment la possibilité d'un accord téléphonique entre le fond et le jour, à la suite duquel les départs de cage autres que le premier pouvaient se faire sans signal permissif de 975 lorsque les encageurs s'absentaient. Ce système exposait à des risques de confusion, en raison notamment de ce qu'il était mis en œuvre par 2 préposés. »

En réalité, un seul préposé était responsable; lui seul pouvait donner les signaux de départ et de manœuvres. Le téléphone n'intervenait pas pour les manœuvres, mais uniquement pour informer du changement d'étages d'extraction.

La fausse manœuvre est due à une erreur, à une défaillance humaine, d'ailleurs toujours possible, où que ce soit, et malgré les meilleures consignes et les tableaux de signalisation les plus complets.

La rédaction admise par la majorité semble, au contraire, attribuer une part plus importante, dans une des causes de l'accident, aux consignes complexes, au tableau incomplet...

D'autre part, le rapport omet de signaler que l'initiation et la formation de l'encageur avaient

Nota van 14 juni 1957

van de heren P. Brison en A. Denis.

De vertegenwoordigers der Belgische Steenkool Federatie in de Onderzoekscommissie voor Bois de Cazier willen er de nadruk op leggen dat het verslag van de Commissie het product is van opeenvolgende veranderlijke meerderheden die over de oorzaken en de omstandigheden van de ramp tot uiting gekomen zijn.

Inderdaad, artikel 4 van het K.B. van 25 augustus 1956 luidt :

« Artikel 4. — De besluiten der Commissie worden bij meerderheid van stemmen der aanwezige leden getroffen.

» Bij de door de meerderheid goedgekeurde besluiten mag een nota van de tot de minderheid behorende leden worden gevoegd. »

Deze vertegenwoordigers hebben het verslag in zijn geheel slechts willen goedkeuren op voorwaarde dat zij voorbehoud zouden kunnen maken en hun houding uiteenzetten aangaande de punten waarvoor zij het bij de stemmingen niet eens waren.

A. — Een der meest betwiste punten was dit van het seinstelsel.

In het verslag staat : « De extractie geschiedde op twee verdiepingen in dezelfde schacht en het seinstelsel was ingewikkeld. Het seinbord was niet volledig : twee van de meest gebruikte seinen waren er niet op aangegeven en er bestonden, daarenboven, mondelinge onderrichtingen. Deze laatste voorzagen namelijk de mogelijkheid van een telefonisch akkoord tussen onder- en bovengrond, ten gevolge waarvan de kooiopvaarten, behoudens de eerste, mochten geschieden zonder toelating sein vanuit 975 wanneer de kooiladers zich van hun werkplaats verwijderden. Dit stelsel kon aanleiding geven tot verwarring o.m. omdat het door twee aangestelden toegepast werd. »

In feite, was slechts één aangestelde verantwoordelijk; hij alleen mocht vertrek- en manoeuvre-seinen geven. De telefoon werd niet voor de manoeuvres gebruikt, maar alleen om een verandering van extractieverdieping te melden.

De verkeerde manoeuvre is te wijten aan een vergissing, aan een menselijke tekortkoming, die trouwens altijd mogelijk is, om het even waar, ondanks de beste voorschriften en de meest volledige seinborden.

De door de meerderheid aangenomen tekst schijnt, daarentegen, een belangrijker aandeel in een der oorzaken van het ongeval toe te schrijven aan de ingewikkelde voorschriften, het onvolledig bord...

Anderzijds wordt in het verslag niet gezegd dat aan de inwijding en de opleiding van de kooilader

été particulièrement soignées, ainsi qu'il résulte de son interrogatoire (Doc. n°3, page 13).

Il en était de même de la formation des différents préposés aux signaux de surface, ainsi que le fait apparaître la déclaration du surveillant de surface (Doc. n° 4, page 23).

B. — Le résumé des conclusions signale :

« La canalisation (de l'huile de la balance) nécessaire ne comportait pas de protection spéciale. »

« Les câbles électriques étaient placés dans le voisinage de celle-ci et pénétraient dans l'envoyage à la couronne de celui-ci, sans protection spéciale. »

La tuyauterie, installée depuis plus de 30 ans (en 1924), n'avait jamais donné lieu à un incident.

Elle était, d'ailleurs, protégée par la poutrelle de couronne d'envoyage et par une des poutrelles supportant le mécanisme de la balance.

De plus, le choc dû au démarrage intempestif des cages, avec des wagonnets imparfaitement engagés, a été d'une violence telle, si l'on tient compte des masses mises en mouvement et de la reprise du mou du câble, que tout dispositif de protection rencontré eut été inefficace.

Au surplus, il est nécessaire de signaler que l'accident ne s'est pas produit dans le puits, mais dans l'envoyage même; les remarques relatives aux puits, à la non protection des tuyauteries et câbles n'ont rien à voir avec les causes de l'accident

C. — Il a fallu que la poutrelle de support du mécanisme de la balance, poutrelle située dans l'envoyage, fût déformée par le choc d'une façon toute spéciale, pour atteindre lors de son déplacement, la tuyauterie à huile et les câbles électriques.

A notre avis, ce point n'a pas été mis suffisamment en lumière dans les conclusions du rapport.

La projection brutale de la poutrelle provoqua la rupture de la canalisation et des câbles électriques : l'huile jaillit et s'enflamma en un temps extrêmement court aux arcs électriques apparus aux points où les câbles avaient été sectionnés.

En résumé : les représentants de la Fédération Charbonnière de Belgique à la Commission d'Enquête estiment que les raisons principales de la catastrophe survenue au Bois du Cazier sont :

- 1) une cause initiale :
une défaillance humaine provoquant une fausse manœuvre.
- 2) une cause déterminante :
la rupture de la canalisation d'huile de la balance.

Sans cette huile, il n'y aurait pas eu de Marcinelle.

een bijzondere zorg besteed geweest was, zoals uit zijn verhoor blijkt (Doc. n° 3, blz. 13).

Dit was insgelijks het geval met de opleiding der verscheidene seingeverers van de bovengrond, zoals blijkt uit de verklaring van de toezichter van de bovengrond (Doc. n° 4, blz. 23).

B. — In de samenvatting der conclusies wordt vermeld :

« De nodige leiding (voor de balansolie) was van geen bijzondere bescherming voorzien. »

« De elektrische kabels bevonden zich in de nabijheid van deze leiding en liepen in de laadplaats langs haar bovenkant zonder bijzondere beschutting. »

De leiding, die sedert meer dan 30 jaar (in 1924) geplaatst was, had nooit tot een defekt aanleiding gegeven.

Zij was overigens beschermd door de balk aan de bovenkant van de laadplaats en door een van de balken die het mechanisme van de balans ondersteunden.

Daarenboven was de schok veroorzaakt door het ontijdig vertrek van de kooien, met de gebrekkig ingekooide wagentjes, rekening gehouden met de in beweging gebrachte massa's en het onder spanning brengen van de losse kabel, zo hevig dat eender welke beschermingsinrichting ondoelmatig zou geweest zijn.

Verder dient opgemerkt dat het ongeval zich voorgedaan heeft, niet in de schacht maar wel in de laadplaats zelf; de aanmerkingen betreffende de schachten, het gebrek aan bescherming der leidingen en kabels hebben niets te maken met de oorzaken van het ongeval.

C. — Een heel bijzondere vervorming van de in de laadplaats aangebrachte ondersteuningsbalk van het balansmechanisme moest intreden om die balk, tijdens zijn verplaatsing, met de olieleiding en de elektrische kabels in aanraking te brengen.

Naar onze mening werd dit punt in de conclusies van het verslag niet voldoende in het licht gesteld.

Het woeste wegslingeren van de balk bracht de breuk van de leiding en van de elektrische kabels teweeg : de olie spoot uit de leiding en ontvlamde in een uiterst korte tijd, onder invloed van de elektrische bogen ontstaan op de punten waar de kabels overgesneden geweest waren.

In het kort zijn de vertegenwoordigers van de Belgische Steenkool Federatie in de Onderzoekscmissie van oordeel dat de voornaamste oorzaken van de in de Bois de Cazier gebeurde ramp de volgende zijn :

- 1) een oorspronkelijke oorzaak :
een menselijke tekortkoming die een verkeerde manœuvre uitlokte;
- 2) een bepalende oorzaak :
de breuk van de olieleiding van de balans.

Zonder deze olie, was er geen ramp van Marcinelle geweest.

Etudes de ventilation souterraine

par H. MARCHANDISE

Ingénieur du Corps des Mines.

SAMENVATTING

De studie van de ondergrondse ventilatie wordt door de ontginners vaak ten onrechte verwezen naar het domein der specialisten, wegens zekere theoretische moeilijkheden die ze oplevert of wegens zekere uitvoeringsmoeilijkheden.

De volledige kennis van de luchtverversing van een mijn vereist de bepaling van het debiet, de temperatuur, de vochtigheidsgraad, het gehalte aan mijngas, de ladingsverliezen in ieder deel van de luchtomlopen en ten slotte, voor de mijn in haar geheel, de depressie van de natuurlijke trek die zich, met haar teken, bij deze van de ventilatoren voegt.

Het probleem van de bepaling der ladingsverliezen en van de natuurlijke trek is het lastigst.

Uit deze bijdrage leren wij dat het mogelijk is zelfs zeer ingewikkelde problemen op te lossen, uitgaande van eenvoudige en snelle metingen die slechts drie apparaten vereisen: een anémometer, een psychrometer et een mijnbarometer. De volledige oplossing vereist evenwel tamelijk lange berekeningen die met grote nauwkeurigheid moeten uitgevoerd worden.

De investigatie-methode die in de uiteengezette praktische gevallen wordt gebruikt biedt grote voordeel toepasselijk te zijn op de meeste gevallen, namelijk bij diagonale verluchting, en zeer handelbaar te zijn.

* * *

De cijfers toenen duidelijker dan iedere commentaar dat de toegepaste methode waardevolle resultaten oplevert. Indien men aan deze methode kan verwijten aanleiding te geven tot zekere fouten, de globale fout is nochtans miniem. Om er zich rekenschap van te geven volstaat het op te merken dat er geen accumulatie van systematische fouten voorkomt, evenmin als van afleesfouten. Bij stabiel weer is de druk aan de schachtmond gemeten bij het einde der metingen dezelfde als bij de aanvang.

Men mag aannemen dat de uitslagen, indien niet streng nauwkeurig, toch ruim voldoende nauwkeurig zijn voor de praktijk.

Anderzijds, zoals reeds werd opgemerkt, is de methode uiterst praktisch en laat toe zeer complexe toestanden te benaderen, zoals degene die zich in de mijn 2 voordeden.

Wij hopen dat alle ingenieurs der mijnontginningen zich vertrouwd zouden maken met de ventilatieproblemen. De ondergrondse luchtverversing is niet alleen een der fundamentele hoofdstukken van de mijnontginning, maar haar grondige studie is tevens vol praktisch en wetenschappelijk nut.

RESUME

L'étude de la ventilation souterraine est souvent reléguée à tort, par les exploitants, au domaine des spécialistes, à cause de certaines difficultés théoriques qu'elle présente et aussi pour les difficultés de réalisation.

La connaissance complète de la ventilation d'une mine exige la détermination, dans les différentes parties des circuits d'air, des débits, des températures, de l'humidité et de la teneur en grisou de l'air, des pertes de charge et enfin, pour l'ensemble de la mine, de la dépression de l'aérage naturel, qui s'ajoute, avec son signe, à celle du ou des ventilateurs.

Les problèmes des pertes de charge et de l'aérage naturel sont les plus délicats.

Nous verrons, dans ce qui suit, qu'il est possible de résoudre des problèmes, même très complexes, à partir de mesures simples et rapides qui ne demandent que trois appareils : un anémomètre, un psychromètre et un baromètre anéroïde de mine. La résolution complète demande évidemment une masse assez considérable de calculs qui doivent être effectués avec une très grande précision.

La méthode d'investigation utilisée dans l'étude des cas pratiques exposés ci-dessous présente le grand avantage de pouvoir s'appliquer dans la plupart des cas, notamment dans le cas d'aérage en diagonale, et d'être très commode.

GENERALITES

CONSIDERATIONS SUR LA DETERMINATION DES PERTES DE CHARGE

Pertes de charge.

La perte de charge dans une conduite quelconque de longueur finie, limitée aux sections 1 et 2, répond à la formule de Bernoulli :

$$(p_1 - p_2) + \delta \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} + \delta (z_1 - z_2) = b$$

où p est la pression en kg/m^2

V est la vitesse en m/sec

z est la cote

δ est le poids spécifique en kg/m^3 .

Pour les écoulements de l'air ou de fluides compressibles, on donne généralement à b , comme ci-dessus d'ailleurs, la mesure d'une pression. Il serait donc plus correct de parler de perte de pression plutôt que de perte de charge.

Dans le cas d'un fluide compressible, la formule ci-dessus n'est plus valable. On démontre facilement que, dans ce cas, la formule doit s'écrire :

$$b = (p_1 - p_2) + \frac{1}{2g} (\delta_1 V_1^2 - \delta_2 V_2^2) + \int_2^1 \delta dz$$

La perte de charge est due, soit au simple frottement sur les parois, soit à une variation de vitesse.

Dans une conduite rectiligne de section constante, la perte de charge est donnée par :

$$b = r \cdot Q^2$$

où Q est le débit en m^3/sec

r est la résistance.

Cette résistance est fonction des caractéristiques géométriques de la conduite et de sa rugosité, laquelle est mise en évidence par le coefficient de perte de charge k . On a ainsi :

$$r = k \cdot L \cdot (P/S^3)$$

où L est la longueur de la conduite

P est le périmètre de la section

S est l'aire de la section.

Aérage naturel.

La force aéromotrice de l'aérage naturel, lequel résulte de l'échauffement de l'air dans les travaux, ainsi que la dilution avec de la vapeur d'eau et du

grisou, est, en chaque section droite du circuit, la différence des pressions hydrostatiques agissant de part et d'autre de la section.

Dans une mine, l'aérage naturel dépend essentiellement de la température de l'air au jour.

Mesure et calcul des pertes de charge.

On envisage souvent la mesure directe de la perte de charge à l'aide d'un tube en U. Lorsque l'on peut disposer d'une longue tuyauterie métallique étanche, la mesure est rapide. Mais il faut pour cela vider une tuyauterie à air comprimé ou à eau, ce qui est rarement possible. On doit alors se contenter du tuyau flexible et mesurer la perte de charge dans les galeries, dans les puits, etc., de proche en proche, de 100 m en 100 m, par exemple. Cette mesure présente l'inconvénient d'accumuler les erreurs de mesure et d'être peu commode pour l'étude des puits.

La détermination de la perte de charge dans un puits, problème très délicat, peut se résoudre de différentes façons. Au lieu de mesurer directement la perte de charge dans les puits comme indiqué ci-dessus, on peut utiliser la méthode des deux puits, procédé bien connu, qui consiste à mesurer la dépression entre les puits à différents niveaux. La formule de Bernoulli permet de calculer la perte de charge globale dans les deux puits. Cette méthode ne s'applique plus lorsque les puits sont isolés comme dans le cas de l'aérage en diagonale.

Dans ce cas, lorsque la mesure directe n'est pas possible, il faut recourir à la méthode suivante :

Pour un puits, on peut écrire, avec une approximation suffisante, la formule de Bernoulli :

$$\begin{aligned} b &= \int_2^1 dp + \int_2^1 \delta \cdot dz \\ &= (p_1 - p_2) + \int_2^1 \delta \cdot dz \end{aligned}$$

où 1 et 2 représentent les extrémités du puits.

Nous poserons :

$$P = \int_2^1 \delta \cdot dz$$

et nous l'appellerons *charge hydrostatique* correspondant au tronçon compris entre 1 et 2.

Il suffit donc de deux mesures de pression absolue et tout se ramène au calcul de P.

CALCUL DES CHARGES HYDROSTATIQUES

Loi de variation de la pression en fonction de la profondeur (air sec, température constante).

Considérons une colonne d'air cylindrique de 1 m² de section. Soit p₀ la pression en kg/m² à la profondeur H. A la profondeur H + dH, la pression est p + dp, et dp = δ . dH. Le poids spécifique δ est fonction de p :

à la profondeur H $p_0 \cdot v_0 = R \cdot T_0$

à la profondeur H + dH $p \cdot v = R \cdot T_0$

Donc : $p \cdot v = p_0 \cdot v_0$ et $\delta = (p/p_0) \delta_0$.

D'où la loi de variation de la pression en fonction de la profondeur :

$$dp/p = (\delta_0/p_0) dH$$

En intégrant : $\ln p - \ln p_0 = (\delta_0/p_0) \cdot H$ (1)

et $P = p - p_0$

Air humide, température variable.

Il n'est pas possible d'expliciter dans la formule ci-dessus les variations de température et d'humidité. On tient compte de ces facteurs en calculant un δ'₀ fictif, à la pression p₀, à une température T_m, moyenne des températures dans le tronçon de puits envisagé, et pour un degré hygrométrique moyen φ_m.

On a alors :

$$\ln p = (\delta'_0/p_0) H + \ln p_0$$
 (2)

On écrit parfois la formule (1) de la façon suivante :

$$p = p_0 \cdot e^{H/RT_0}$$

ou, en développant en série :

$$p = p_0 [1 + \frac{1}{1} \cdot \frac{H}{RT_0} + \frac{1}{1.2} (\frac{H}{RT_0})^2 + \frac{1}{1.2.3} (\frac{H}{RT_0})^3 + \dots]$$

Pour tenir compte des températures, on écrit :

$$p = p_0 [1 + \frac{1}{1} \cdot \frac{H}{RT} + \frac{1}{1.2} (\frac{H}{RT})^2 + \frac{1}{1.2.3} (\frac{H}{RT})^3 + \dots]$$
 (3)

Dans cette formule, on ne tient pas compte de l'humidité de l'air.

Calcul rigoureux des charges hydrostatiques.

Considérons un tronçon de puits où la température varie linéairement en fonction de la profondeur. On peut donc écrire :

$$T = T_0 + k' H$$

Supposons d'abord que l'air soit sec. L'équation des gaz parfaits donne :

$$p \cdot v = R \cdot T \quad \text{ou} \quad \delta = p/(RT)$$

En différenciant cette dernière équation, on trouve :

$$d\delta = \frac{dp}{RT} - \frac{p \cdot dT}{RT^2}$$

Or $dp = \delta \cdot dH$, $p = \delta \cdot RT$, $T = T_0 + k' H$

$$\begin{aligned} \text{Donc} \quad d\delta &= \frac{\delta \cdot dH}{RT} - \frac{\delta \cdot dT}{T} \\ &= \frac{\delta \cdot dH}{R(T_0 + k' H)} - \frac{\delta \cdot k' \cdot dH}{(T_0 + k' H)} \end{aligned}$$

$$\frac{d\delta}{\delta} = (\frac{1}{k' R} - 1) \frac{d(T_0 + k' H)}{(T_0 + k' H)}$$

En intégrant entre 0 et H, on trouve :

$$\ln \frac{\delta}{\delta_0} = [\frac{1}{k' R} - 1] \ln \frac{T}{T_0}$$

ou $\delta = \delta_0 (\frac{T}{T_0})^{(\frac{1}{k' R} - 1)}$

Cette formule permet de calculer δ à une profondeur quelconque lorsque l'on connaît l'état de l'air au point supérieur (0) et la variation de la température.

Pour calculer la charge hydrostatique P correspondant à une hauteur d'air H, il suffit de faire :

$$P = \int_0^H \delta \cdot dH = \int_0^H \delta_0 \left[\frac{T_0 + k' H}{T_0} \right]^{(\frac{1}{k' R} - 1)} dH$$

Tous calculs faits, on trouve :

$$P = \delta_0 \cdot R \cdot T_0 \left[\left(\frac{T_H}{T_0} \right)^{\frac{1}{k' R}} - 1 \right]$$
 (4)

On a aussi :

$$\delta_m = \frac{1}{H} \cdot \delta_0 \cdot R \cdot T_0 \left[\left(\frac{T_H}{T_0} \right)^{\frac{1}{k' R}} - 1 \right]$$

Air humide.

Si l'air est humide, δ_0 se calcule évidemment avec le degré hygrométrique φ_0 correspondant.

D'autre part, la formule qui donne P fait intervenir la constante R. Lorsque l'air est sec, cette constante vaut 29,3 m/°K, la pression étant mesurée en kg/m², le poids spécifique en kg/m³ et la température en degrés Kelvin.

Si l'air est humide, cette constante n'est plus valable, mais il suffit de calculer une constante R' telle que $p/\delta = R'T$.

Ainsi, pour l'air saturé, nous avons déterminé huit valeurs comprises entre 29,481 et 29,505, avec une moyenne : $R = 29,491$.

Il en résulte donc que, grâce à cette constante R', la formule (4) reste rigoureuse lorsque l'air est saturé.

Si le puits est sec, le degré hygrométrique de l'air varie légèrement à cause de l'échauffement; la constante varie donc également, mais les variations sont très faibles.

Si le puits est humide et si l'air n'est pas saturé, nous remplacerons δ_0 par un δ'_0 calculé pour la pression p_0 , la température T_0 et le degré hygrométrique φ_m moyen.

La formule (4) que nous avons établie ci-dessus est donc un outil précieux et l'on peut considérer que les erreurs sur les résultats qu'elle donne sont négligeables.

Variation non linéaire de la température.

La température de l'air ne varie pas linéairement dans le puits du jour jusqu'au fond. Il suffit alors, pour calculer la charge hydrostatique totale, de transformer le diagramme des températures en une ligne polygonale aussi voisine que possible du diagramme réel et de calculer la charge hydrostatique tronçon par tronçon.

Calcul de la perte de charge dans les puits.

Si p_0 est la pression au jour et p_1 la pression au fond du puits, la perte de charge dans le puits (cas d'un puits d'entrée d'air) est donnée simplement par

$$b = p_0 + P - p_1$$

Cette méthode offre à la critique un point faible : les pressions sont mesurées au baromètre anéroïde de mine et les erreurs de lecture peuvent atteindre 0,2 mm Hg; l'erreur sur le résultat peut donc atteindre 0,4 mm Hg, soit 5,4 kg/m². Toutefois, cette valeur est un maximum. D'autre part, on peut éliminer l'erreur en faisant plusieurs déterminations dans des conditions totalement différentes; en effet, l'erreur est alors représentée par la dispersion des résultats.

Nous verrons dans le cours de cette étude que l'on peut arriver à des résultats qui concordent de manière très satisfaisante.

ETUDE APPROFONDIE DE LA VENTILATION DE DEUX CHARBONNAGES

Les deux charbonnages que nous étudions ici exploitent à grande profondeur (1100 m environ). Les différents problèmes de ventilation qui s'y posent ne seront pas envisagés explicitement, car leur résolution dépend essentiellement des programmes d'exploitation. Ces problèmes apparaissent nettement à la lecture des études qui suivent; il s'agit, par exemple, du remplacement d'un ventilateur de surface par des ventilateurs souterrains, de la modification de circuits trop résistants, de la création de nouveaux retours d'air, etc.

Les deux charbonnages en question diffèrent tous deux du schéma classique du siège constitué de deux puits, entrée d'air et retour d'air, voisins. L'aérage est en diagonale.

Le premier est relativement simple; il est aéré par un ventilateur de surface. Le second, beaucoup plus complexe, possède deux ventilateurs souterrains en parallèle.

Les retours d'air ne sont pas très grisouteux; c'est la raison pour laquelle nous ne parlerons pas du grisou.

ETUDE DU CHARBONNAGE I

Le siège étudié ci-dessous comporte deux puits : le puits d'extraction et d'entrée d'air, le puits de retour d'air. Ces deux puits sont distants de 600 m environ.

L'extraction se fait au niveau de 1114 m.

Les exploitations se divisent en deux quartiers :

— l'un à l'est des puits, au-dessus du niveau de 1114 m, comportant des chantiers dans la couche 10 Paumes;

— l'autre vers l'ouest, comportant des chantiers dans la couche Veinette, sous le niveau de 1114 m.

L'entrée d'air de ces deux quartiers est unique; elle se fait par un bouveau sud-est au niveau de 1114 m. A l'extrémité de ce bouveau, le courant d'air se divise en deux parties :

Circuit 1, comportant les chantiers dans 10 Paumes, et les galeries de retour d'air aux niveaux

de 1030 m, 923 m et 904 m jusqu'au puits de retour d'air.

Circuit 2, comportant les chantiers dans Veinette, et les galeries de retour d'air aux niveaux de 1114 m et 1093 m jusqu'au puits de retour d'air, ainsi que le tronçon de ce puits compris entre les niveaux de 1093 m et 904 m.

La ventilation est assurée par un ventilateur de surface du type Guibal, entraîné par un moteur de 225 ch, à la vitesse de 100 tours/min.

Description sommaire des puits

Puits d'entrée d'air.

Ce puits est circulaire et a un diamètre de 4 m. Son revêtement est constitué de maçonnerie de briques pour la plus grande partie, de béton armé de 1030 m à 1114 m.

diamètre, du jour à 923 m. Il contient en outre une tuyauterie d'exhaure.

Le puits est très humide; il y pleut.

Puits de retour d'air.

Le puits de retour d'air a une section variable, tantôt circulaire, tantôt ovale. Les dimensions ont été relevées tout le long du puits de 20 m en 20 m. Pour le tronçon compris entre les niveaux de 32 m et de 904 m, la section moyenne est de 6,445 m². On peut, en ne commettant qu'une erreur minime, assimiler cette section moyenne à un cercle. On trouve ainsi un diamètre de 2,86 m et un périmètre moyen de 8,98 m.

Le puits est revêtu de maçonnerie de briques, dans un état passable.

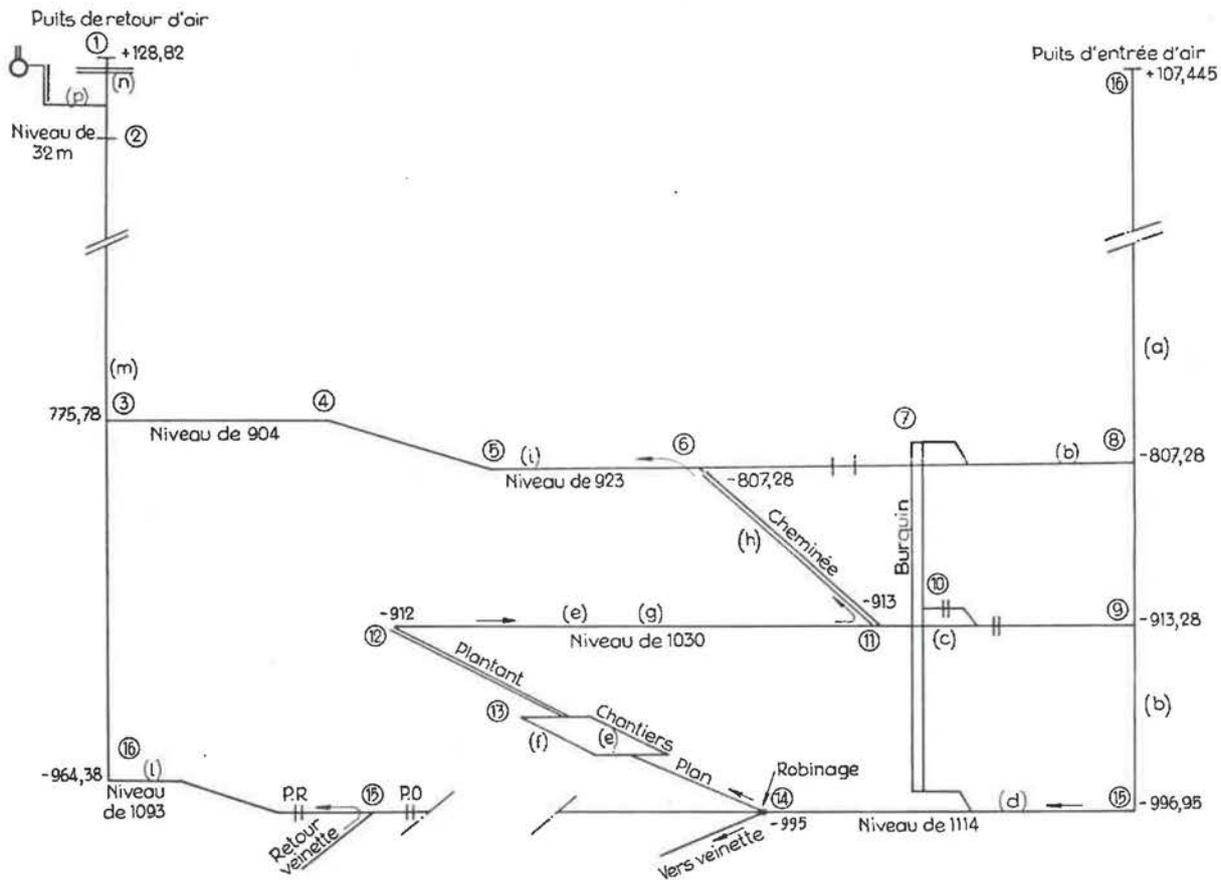


Fig. 1.

Il est équipé d'un guidonnage Briart constitué de traverses métalliques espacées de 6 m et de rails à 40 kg/m.

Dans la partie supérieure du puits subsistent des vestiges (solives et guides) d'un ancien guidonnage frontal en bois. Le puits contient également une tuyauterie à air comprimé de 200 mm de diamètre, du jour à 1114 m, et une tuyauterie de 140 mm de

Il est équipé d'un guidonnage Briart constitué de traverses métalliques espacées de 6 m et de rails à 40 kg/m.

Ce puits est très humide également.

Les mesures de ventilation ont été effectuées pendant une période de très fortes gelées, de sorte que

l'aéragé naturel sera très important. L'étude du puits d'entrée d'air a été faite en dehors de cette période.

a. Puits d'entrée d'air	26,7 m ³ /sec
b. Fuite à 923 m	3,00
c. Fuite à 1030 m	1,71
d. Bouveau sud-est à 1114 m	21
e. Taille 1	6,34
f. Taille 2	7,82
g. Retour d'air à 1030 m	14,35
h. Cheminée de 1030 m à 923 m	16,06
i. Retour général à 923 m	19,07
j. Fuite bouveau N à 1114 m	1,00
k. Retour des chantiers de Veinette	8,52
l. Retour général à 1093 m	9,55
m. Puits de retour d'air à 904 m	28,62
n. Fuite au sas	13,34
p. Débit du ventilateur	46,76

Fuites vers le puits de retour d'air :

à 630 m	2,51 m ³ /sec
à 154 m	1,12
à 32 m	1,14

PERTE DE CHARGE DANS LES PUITTS

1. — Puits de retour d'air.

Nous déterminerons la perte de charge dans le tronçon principal de ce puits, entre les niveaux de 32 m et 904 m.

Nous savons que la perte de charge est donnée par :

$$b = p_1 - (p_0 + P)$$

où p_0 est la pression au point supérieur

p_1 est la pression au fond

P est la charge hydrostatique pour le tronçon envisagé.

Nous avons vu qu'il y avait différentes façons de calculer P . A titre d'exemple, nous les appliquerons successivement.

Calcul approché.

Nous utilisons les mesures du 7 février.

Les variations de température étant faibles, supposons que nous la négligeons. Nous prenons une température constante de 16°C.

Propriétés de la vapeur d'eau à 16°C :

$$p_s = 185,3 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,01363 \text{ kg/m}^3$$

La pression p_0 mesurée est 752 mmHg, soit 10.227,2 kg/m². La pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air étant de 185,3 kg/m², on calcule facilement que le poids spécifique de l'air au niveau de 32 m est $\delta = 1,2006 \text{ kg/m}^3$.

En appliquant la formule (1) pour l'air saturé, on a :

$$\log(p_0 + P) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,2006}{10,227,2} \cdot 872 + \log(10,227,2)$$

On trouve : $p_0 + P = 11.528,8 \text{ kg/m}^2$.

D'où : $P = 1.101,6 \text{ kg/m}^2$.

La pression mesurée à 904 m est 835,8 mmHg, soit 11.366,88 kg/m².

La perte de charge est donc :

$$h = 11.366,88 - 11.528,8 = 58,08 \text{ kg/m}^2$$

Appliquons la formule (3).

$$p_0 + P = p_0 \left[1 + \frac{H}{R' T_m} + \frac{1}{1 \cdot 2} \left(\frac{H}{R' T_m} \right)^2 + \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} \left(\frac{H}{R' T_m} \right)^3 + \dots \right]$$

En remplaçant T_m température moyenne par 291,5

H par 872

R' par 29,491

on trouve : $p_0 + P = 11.518,95 \text{ kg/m}^2$

Tableau I. — Mesures.

	Niveau de 32 m		Niveau de 904 m	
	Pression	Température	Pression	Température
31 janvier 1956	733 mmHg	17°C	814 mmHg	21,5°C
7 février	752	16	835,8	21
16 février	743,5	16	827	21
9 mars	747,5	17	831	21

L'écart des températures aux extrémités étant faible, nous n'avons pas relevé les températures dans le puits à des niveaux intermédiaires. Nous admettons que la variation est linéaire, ce qui est admissible dans le cas présent, comme nous le verrons plus loin.

L'air est saturé dans tout le puits; il est sursaturé dans la moitié supérieure.

et $P = 1.091,75 \text{ kg/m}^2$.

D'où la perte de charge : $h = 47,93 \text{ kg/m}^2$.

Calcul rigoureux.

L'écart de température est de 5°C.

Le facteur k' de la formule (4) vaut donc 5/872.

L'exposant vaut donc :

$$\frac{1}{k' \cdot R'} = \frac{872}{5 \times 29,491} = 5,9137$$

On a donc :

$$P = 1,2006 \times 29,491 \times 289 \left[\left(\frac{294}{289} \right)^{5,9137} - 1 \right]$$

$$= 1,092,298 \text{ kg/m}^2.$$

La perte de charge est donc : $h = 47,38 \text{ kg/m}^2$.

Remarque. — On voit donc que, comme on devait s'y attendre, la première approximation, même si la variation de température est faible, est intolérable. Par contre, les formules (3) et (4) donnent à peu près le même résultat. Toutefois, la différence s'accroît lorsque la différence des températures aux extrémités du tronçon calculé est plus grande.

En calculant la perte de charge à partir de chacun des groupes de mesures données précédemment par la formule (4), on trouve :

31 janvier	$h = 40,5 \text{ kg/m}^2$
7 février	47,38
16 février	50,6
9 mars	52,6

Moyenne	$h = 47,8 \text{ kg/m}^2$
---------	---------------------------

Mesure directe de la perte de charge.

Une tuyauterie à air comprimé a pu être mise hors service pour effectuer cette mesure. Elle a été maintenue ouverte à ses deux extrémités (à 32 m et à 904 m) pendant plus de 24 heures, de façon qu'elle se mette en équilibre de température avec le courant d'air.

Un tube en U, branché sur la tuyauterie au niveau de 904 m, a marqué une différence de pression de 47 à 48 mm d'eau.

On peut donc être satisfait du résultat des calculs.

Remarque. — On peut calculer facilement que la correction à apporter à la mesure directe, résultant de la différence des régimes de pressions dans la tuyauterie et dans le puits, est très faible et négligeable.

Calcul de la résistance et du coefficient de perte de charge du puits de retour d'air.

La perte de charge dans une conduite est donnée par :

$$h = r \cdot Q^2 \quad \text{avec} \quad r = k \cdot L \cdot (P/S^3)$$

Débits. — Le débit dans le puits à 904 m est de 28,6 m³/sec, composé de 9,55 m³/sec venant de 1093 et de 19,07 m³/sec venant de 904. Il s'y ajoute, au niveau de 630 m, un débit de fuite de 2,51 m³/sec et, à 154 m, un débit de 1,12 m³/sec.

Détermination de k .

$$h = 48 = k \frac{8,98}{(6,445)^3} [274 \times (28,62)^2$$

$$+ 476 \times (31,13)^2 + 122 \times (32,25)^2]$$

On trouve que : $k = 0,001774$.

Résistance du puits, de 32 m à 904 m :

$$r = 0,05188 \text{ kilomurgue.}$$

2. — Puits d'entrée d'air.

La détermination de la perte de charge d'un puits d'entrée d'air isolé, équipé d'une tuyauterie à air comprimé qui ne peut être mise hors service, est très délicate. Il est indispensable, pour arriver à des résultats cohérents, de faire un relevé complet des températures dans le puits.

A ces difficultés se sont ajoutées des difficultés pratiques. Le puits d'entrée d'air étant le seul puits utile du siège (extraction, descente de matériel, etc.), il est difficile de l'immobiliser pendant plusieurs heures pour exécuter les mesures de températures.

Aussi ne calculerons-nous qu'une seule valeur certaine, laquelle se confirme de façon assez satisfaisante par des déterminations approximatives.

* * *

La perte de charge est déterminée pour le puits considéré dans son entièreté, du jour à 1114 m.

Le relevé des températures est donné par la figure 2. Il est important de remarquer que la durée

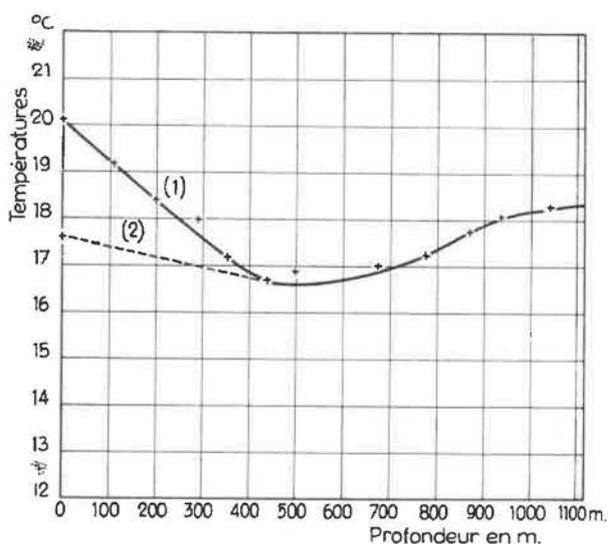


Fig. 2.

des mesures ayant été de 3 heures, la température au jour a varié au cours des mesures. De 20,2° au début des mesures, elle est tombée à 17,6° à la fin des mesures. Il en résulte que, pour le calcul, il faut utiliser non pas la courbe (1), mais la courbe (2).

Les mesures de pression au fond et au jour sont prises à quelques minutes d'intervalle.

Au jour : 744,2 mm Hg.

Au fond : 846,0 mm Hg.

A la recette, les températures sèches et humides sont respectivement les suivantes :

$$t_s = 17,6^\circ \quad t_h = 13,1^\circ$$

On calcule facilement que le degré hygrométrique est 79 %.

A 1114 m, on a : $t_s = 18,3^\circ$ et $t_h = 17,8^\circ$.

Le degré hygrométrique : $\varphi = 96 \%$.

D'après le diagramme, on voit que l'on peut diviser la colonne d'air, dont il faut calculer le poids, en deux tronçons : du jour à 700 m, de 700 m à 1114 m.

a) Du jour à 700 m.

Les variations de température étant très faibles, nous prendrons la température moyenne : 17°C .

Nous supposons également que le degré hygrométrique augmente linéairement à partir de 79 % jusqu'à 100 % au niveau de 700 m (cas de la formule 2).

Propriétés de la vapeur d'eau.

A $17,6^\circ\text{C}$, $p_s = 205,2 \text{ kg/m}^2$

A 17°C , $p_s = 197,5 \text{ kg/m}^2$

$v_s = 69,10 \text{ m}^3/\text{kg}$

et $\delta_s = 0,0145 \text{ kg/m}^3$.

Pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air :

au jour : $205,2 \times 0,79 = 162,1 \text{ kg/m}^2$

à 700 m : $197,5 \text{ kg/m}^2$

En moyenne, nous prendrons : $179,8 \text{ kg/m}^2$.

Poids spécifique de l'air : $\delta'_0 = 1,18395 \text{ kg/m}^3$.

La charge hydrostatique se calcule comme suit :

$$\log (p_0 + P_1) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,18395}{10,121,1} \cdot 700$$

$$+ \log (10,121,1)$$

On trouve : $p_0 + P_1 = 10,984,72 \text{ kg/m}^2$.

Donc : $P_1 = 863,62 \text{ kg/m}^2$.

b) De 700 m à 1114 m.

La variation de température étant relativement faible, nous ferons le calcul d'après la formule (2) comme pour le premier tronçon.

Température moyenne : $17,7^\circ\text{C}$.

Degré hygrométrique : 100 %.

Vapeur d'eau à $17,7^\circ\text{C}$: $p_s = 206,5 \text{ kg/m}^2$ et $\delta_s = 0,0151 \text{ kg/m}^3$.

Poids spécifique de l'air à 700 m :

$$\delta = 1,2813 \text{ kg/m}^3$$

La charge hydrostatique se calcule comme précédemment :

$$\log (p'_0 + P) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,2813}{10,984,72} \cdot 415$$

$$+ \log (10,984,72)$$

$$p'_0 + P_2 = 11,526,95 \text{ kg/m}^2$$

c) Charge hydrostatique totale.

$$11,526,95 - 10,121,1 = 1,405,85 \text{ kg/m}^2$$

La pression mesurée à 1114 m est 846,0 mm Hg, soit $11,505,6 \text{ kg/m}^2$.

Perte de charge dans le puits :

$$h = 11,526,95 - 11,505,6 = 21,35 \text{ kg/m}^2$$

Comme nous l'avons dit précédemment, il n'a pas été possible de mesurer des températures à des niveaux intermédiaires. A défaut de mieux, nous ferons les calculs en supposant que la température augmente linéairement avec la profondeur, mais dans la critique des résultats nous pourrions dire que les valeurs de perte de charge trouvées seront systématiquement trop élevées. En effet, plus l'air entrant est froid, plus rapidement il s'échauffe dans la moitié supérieure du puits.

De plus, pour simplifier les calculs, nous supposons que l'air est sec, approximation admissible parce que les mesures ci-dessus ont été exécutées pendant une période de forte gelée, mais introduisant une erreur supplémentaire par excès.

Mesures du 7 février.

Poids spécifique de l'air au jour : $1,293 \text{ kg/m}^3$.

$$\text{On a : } \frac{1}{k \cdot R} = \frac{1113}{12 \times 29,3} = 3,163$$

$$P = 1,293 \times 29,3 \times 273 \left[\left(\frac{285}{273} \right)^{3,163} - 1 \right]$$

$$= 1,506,88 \text{ kg/m}^2$$

Perte de charge : $28,56 \text{ kg/m}^2$.

Tableau II. — Mesures.

	A la recette		A 1114 m	
	Pression	Température	Pression	Température
7 février	760,5 mm Hg	0°C	869,2 mm Hg	12°C
5 mars	749,2	4,5	855,5	14

Déterminations approchées.

Mesures du 5 mars.

Poids spécifique de l'air au jour : 1,254 kg/m³.

$$\text{On a : } \frac{1}{k \cdot R} = \frac{1113}{9,5 \times 29,3} = 4,005$$

$$P = 1,254 \times 29,3 \times 277,5 \left[\left(\frac{284}{277,5} \right)^{4,005} - 1 \right] \\ = 1,470,3 \text{ kg/m}^2$$

Perte de charge : 24,62 kg/m².

Calcul de la résistance du puits et du coefficient de perte de charge.

Tableau III.

	Longueur	Débit
De 0 à 725 m	715,5 m	29,2 m ³ /sec
De 725 à 923 m	199,7	26,7
De 923 à 1030 m	106	23,7
De 1030 à 1114 m	84	21

Périmètre de la section du puits : 12,56 m.

Aire de section : 12,56 m².

En procédant comme pour le puits de retour d'air, on trouve : $k = 0,003967$.

Résistance :

$$r = k (PL/S^2) = 0,028014 \text{ kilomurgue.}$$

ETUDE DU CIRCUIT 1.

1. Galeries de retour d'air de 923 à 904 m. (entre 6 et 3).

(3) Envoyage de 904 :

$$p = 835,8 \text{ mm Hg} \quad t = 21^\circ\text{C}$$

(6) Sommet cheminée de 1030 :

$$p = 843 \text{ mm Hg} \quad t = 23^\circ\text{C}$$

Cotes : envoyage 904 : — 775,78 m
 sommet cheminée de 1030 : — 807,28 m
 31,50 m

Degré hygrométrique moyen : $\varphi = 30\%$

Remarque. — Les mesures ont été effectuées pendant une période de fortes gelées; l'air entre très froid et très sec dans le puits. Le degré hygrométrique à l'envoyage de 1114 m (entrée d'air) était de 70 %.

Il n'y a donc rien d'anormal à avoir de l'air aussi sec dans les retours d'air, les travaux eux-mêmes étant très secs.

Pour le calcul de la charge hydrostatique et de la perte de charge dans ce tronçon de circuit, on peut se contenter d'utiliser un poids spécifique moyen.

Température moyenne : 22°C.

Pression moyenne : 839,4 mm Hg
 ou 11.415,84 kg/m².

Pression partielle de vapeur d'eau : 80 kg/m².

Poids spécifique de l'air : 1,3183 kg/m³.

Charge hydrostatique :

$$1,3183 \times 31,5 = 41,52 \text{ kg/m}^2$$

Perte de charge :

$$(843 - 835,8) \times 13,6 - 41,52 = 97,92 - 41,52 \\ = 56,40 \text{ kg/m}^2$$

2. Cheminée de 1030 à 923.

(6) à 923 $p = 843 \text{ mm Hg} \quad t = 23^\circ\text{C}$

(11) à 1030 $p = 855,2 \text{ mm Hg} \quad t = 25^\circ\text{C}$

Différence de cotes : 106 m.

Degré hygrométrique : $\varphi = 30\%$.

Pression partielle de vapeur d'eau à 23°C :

$$p_v = 85,6 \text{ kg/m}^2$$

Poids spécifique de l'air à 923 : 1,3191 kg/m³.

En appliquant la méthode de calcul rigoureuse, on trouve :

$$P = 140,47 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge :

$$(855,2 - 843) \times 13,6 - 140,47 = 25,30 \text{ kg/m}^2.$$

3. Bouveau de retour d'air à 1030 m (entre 11 et 12).

La perte de charge est de 21,7 mm H₂O.

4. Chantiers dans 10 Paumes.

Le circuit compris entre le robinage de 1114 m (14) et la tête du bouveau plantant à 1030 m (12) se décompose en deux parties :

— du robinage au pied du bouveau plantant, où la température varie de 14° à 26,5°C;

— du pied du bouveau plantant au sommet de celui-ci, où la température est constante.

Mesures :

(12) $p = 856,7 \text{ mm Hg} \quad t = 26,5^\circ\text{C}$

(14) $p = 868,2 \text{ mm Hg} \quad t = 14^\circ\text{C}$

Degré hygrométrique de l'air en (14) $\varphi = 60\%$
 en (12) $\varphi = 35\%$

Cotes :

(12) sommet du plantant à 1030 : — 912 m

(13) pied du plantant — 954 m

(14) robinage de 1114 m — 995 m

a) Bouveau plantant.

La pression partielle de la vapeur d'eau étant de 106 kg/m², on calcule facilement que le poids spécifique de l'air à 1030 m est :

$$\delta = 1,32705 \text{ kg/m}^3.$$

Pour le calcul de la charge hydrostatique, il suffit d'appliquer la formule (1) puisque la température est constante.

$$\log (p_0 + P) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,32705}{11.651,12} \cdot 42 + \log (11.651,12)$$

On trouve : $p_0 + P = 11.707,15 \text{ kg/m}^2$

d'où : $P = 56,03 \text{ kg/m}^2$.

Remarque. — Pour le calcul de l'aérage naturel, le P à utiliser sera moindre; en effet, la cote du pied de la cheminée est — 915 m. On prendra donc $P' = 56,03 - 1,33 = 54,70 \text{ kg/m}^2$.

Il est utile de noter également que si, au lieu de tenir compte du degré hygrométrique de 35 %, on faisait les calculs en supposant que l'air fût sec, on trouverait que :

$$P' = 54,67 \text{ kg/m}^2.$$

Des mesures partielles ont montré, tous calculs effectués, que la perte de charge dans le bouveau plantant est d'environ 21 kg/m^2 .

b) *Tronçon inférieur.*

Pour les calculs, nous prendrons comme point de départ le robinage de 1114 m. Il faut alors modifier les formules. On démontre facilement que si δ_0 est le poids spécifique de l'air au point inférieur,

$$\delta = \delta_0 \left(\frac{T_0}{T} \right)^{\left(\frac{1}{k' R'} + 1 \right)}$$

en un point quelconque situé à un niveau supérieur, par exemple au pied du plantant.

Dans ce cas, l'exposant a la valeur suivante :

$$\frac{1}{k' R'} + 1 = \frac{41}{13 \times 29,491} + 1 = 1,10694$$

Donc : $\delta_1 = \delta_0 \left(\frac{287}{299,5} \right)^{1,10694}$

La pression partielle de vapeur d'eau dans l'air à 1114 m étant de 97,7 kg/m^3 , on trouve que le poids spécifique de l'air est 1,40065 kg/m^3 .

On a donc :

$$\delta_1 = 1,401 \left(\frac{287}{299,5} \right)^{1,10694} = 1,333 \text{ kg/m}^3$$

Poids spécifique moyen pour le tronçon envisagé :

$$\frac{1}{2} (1,401 + 1,333) = 1,367 \text{ kg/m}^3.$$

Charge hydrostatique : $1,367 \times 41 = 56,047 \text{ kg/m}^2$.

c) *Calcul des pertes de charge.*

La charge hydrostatique totale vaut :

$$56,03 + 56,05 = 112,08 \text{ kg/m}^2.$$

Les pressions mesurées aux bornes sont respectivement 11.651,12 kg/m^2 à 1030 et 11.807,52 kg/m^2 à 1114 m.

La perte de charge totale du circuit vaut donc :

$$11.807,52 - (11.651,12 + 112,08) = 44,32 \text{ kg/m}^2.$$

5. *Perte de charge dans le bouveau principal de 1114 m.*

Différence de pression mesurée : 1 mm Hg.

La perte de charge est donc :

$$13,6 - 2(1,4) = 10,8 \text{ kg/m}^2.$$

Galerie du ventilateur.

La « galerie » du ventilateur se compose d'un petit tronçon plat au niveau de 19 m, à angle droit par rapport au puits, suivi d'un burquin de 15 m et d'une galerie horizontale (fig. 3). Les galeries sont bétonnées.

Le ventilateur refoule dans une cheminée de section rectangulaire de 2,40 m \times 2,10 m.

Cette cheminée s'élève jusqu'à un niveau situé environ 4 m plus haut que celui de la recette du puits de retour d'air.

Les pertes de charge dans la galerie sont principalement dues aux trois coudes à angle droit successifs.

On constatera que l'air montant du puits subit deux changements de direction très rapprochés : du puits dans la galerie horizontale et de celle-ci dans le burquin. Pour cette raison, il n'est pas possible de mesurer séparément la perte de charge subie au passage du puits dans la galerie. Dans le petit tronçon de galerie au niveau de 19 m, le courant d'air est essentiellement turbulent. On ne peut donc s'y placer en station pour faire des mesures de différence de pression à l'aide d'un tube en U. Nous avons d'ailleurs vérifié que les mesures effectuées ainsi sont tout à fait aberrantes.

Nous n'avons donc mesuré que la perte de charge globale dans les trois coudes à l'aide d'un tube en U placé dans la galerie supérieure et raccordé à un tuyau flexible ouvert dans le puits à un niveau situé 6 m plus bas que celui de la galerie inférieure.

Perte de charge : 25 mm d'eau.

Charges hydrostatiques du niveau de 32 m au jour.

a) *de 32 à 19 m.*

Poids spécifique de l'air : 1,19 kg/m^3 .

Charge : $1,19 \times 13 = 15,47 \text{ kg/m}^2$.

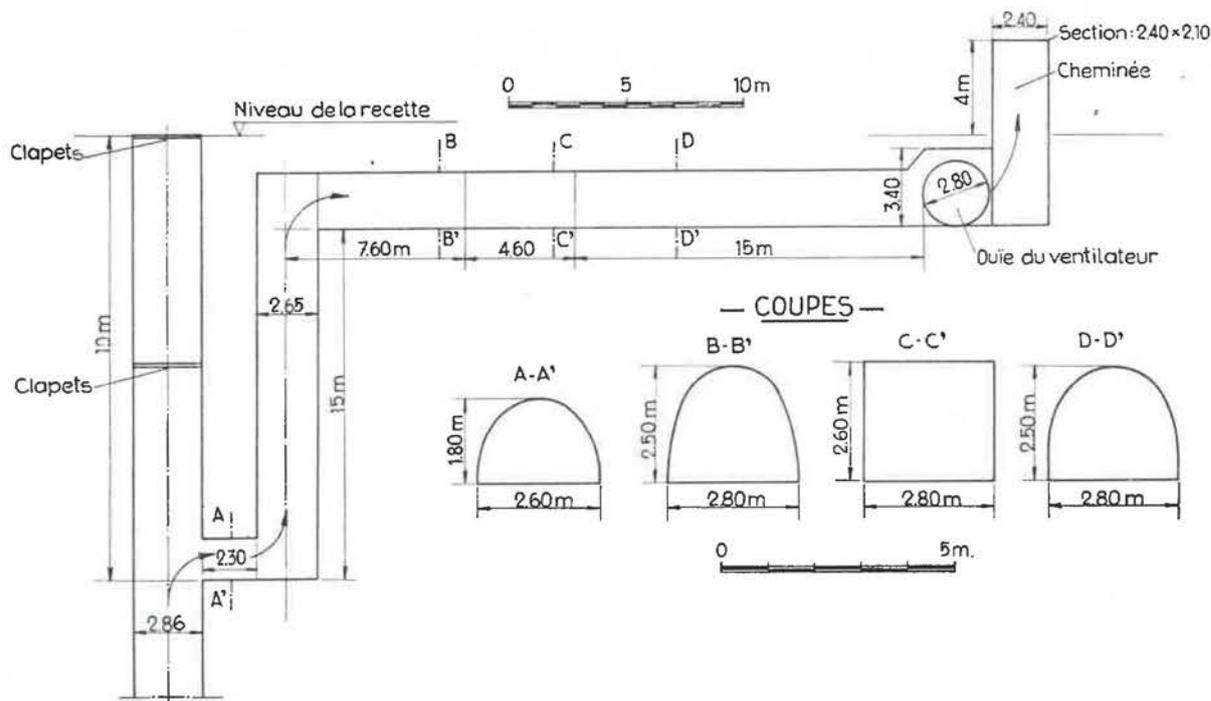


Fig. 5.

b) de 19 m au jour.

Nous prenons comme niveau supérieur celui de la recette du puits, lequel correspond à peu près à celui de la sortie du ventilateur. Nous négligeons la hauteur de la cheminée (4 m) parce qu'il n'est pas possible d'y faire des mesures.

Pression à l'entrée de la galerie du ventilateur : 10.200 kg/m² environ.

Pression avant le ventilateur : 10.151 kg/m².

Température : 10°C environ.

Pression partielle de vapeur d'eau : 125,1 kg/m² (air saturé).

Poids spécifique moyen de l'air : 1,2224 kg/m³.

Charge hydrostatique : $1,2224 \times 19 = 23,23$ kg/m².

Perte de pression à la sortie de la cheminée.

En l'absence de ventilateur, la pression au jour (reconstituée) serait :

$$10.227,2 - 15,47 - 23,23 - 25 = 10.163,51 \text{ kg/m}^2$$

Le ventilateur fournit une dépression de 165 mm d'eau. Donc la pression au jour devrait être :

$$10.163,5 + 165 = 10.328,5 \text{ kg/m}^2.$$

La pression réelle est de 759 mm Hg, soit 10.322,4 kg/m².

La différence (6,1 kg/m²) correspond à la perte sous forme d'énergie cinétique à l'échappement.

Évaluation géométrique des pertes de charge.

Il est intéressant de comparer la valeur précédente de la perte de charge avec les résultats obtenus par calcul à partir de la formule :

$$b = \alpha \frac{V^2}{2g} \delta$$

donnant la perte de charge dans les coudes.

Le trajet de l'air dans la galerie proprement dite comporte deux coudes à 90°.

Le débit d'air passant dans la galerie est de 46,76 m³/sec.

a) La perte de charge à l'entrée de la galerie, au niveau de 19 m, n'est pas calculable.

b) *Coude inférieur dans la galerie.*

Section de la galerie horizontale inférieure : 3,76 m².

Vitesse de l'air : $46,76/3,76 = 12,4$ m/sec.

$$h = (155/19,62) \times 1,22 = 9,64 \text{ mm H}_2\text{O}.$$

c) *Coude supérieur.*

Diamètre du burquin : 2,65 m.

Section du burquin : 5,5 m².

Vitesse de l'air : $46,76/5,5 = 8,5$ m/sec.

$$h = (72,25/19,62) \times 1,22 = 4,5 \text{ mm H}_2\text{O}.$$

Perte de charge totale : 14,14 mm H₂O.

e) *Perte de pression sous forme d'énergie cinétique à la sortie de la cheminée.*

Section : 5,04 m².

Vitesse de l'air : 9,27 m/sec.

Perte de pression :

$$(986/19,62) \times 1,24 = 5,45 \text{ mm H}_2\text{O}.$$

La concordance avec les pertes de charge mesurées et trouvées peut être considérée comme très satisfaisante.

Aérage naturel (Circuit n° 1).

La force aéromotrice de l'aérage naturel est la différence entre les charges hydrostatiques côté entrée et côté retour.

Les orifices d'entrée et d'échappement n'ayant pas la même cote, une correction doit être calculée.

Cote recette du puits de retour : + 128,22 m
 Cote recette du puits d'entrée : + 116,05 m
 Différence : 12,17 m

Correction tenant compte des altitudes :
 $1,293 \times 12,17 = 15,7 \text{ kg/m}^2$.

journee pendant laquelle les conditions atmosphériques furent semblables à celles du 7 février. La pression atmosphérique à la recette du puits d'entrée d'air était de 741 mm Hg.

En gros, les pressions mesurées sont données par la figure 4. La dépression donnée par le ventilateur était de 160 mm d'eau.

Perte de charge de l'ensemble des chantiers.

La différence de pression entre les points (14) et (15) donne une valeur approximative de la perte de charge dans les chantiers. Pour avoir la perte de

Tableau IV

	Poids d'air	Pertes de charge
Puits d'entrée d'air	1.499,67 kg/m ²	21,35 kg/m ²
Correction d'altitude	15,7	—
Bouveau de 1114 m	—	10,8
Chantiers de 10 Paumes	110,75	44,32
Bouveau de 1030 m	—	21,70
Cheminée 1030-923	140,47	25,30
Retour d'air 923-904	41,52	56,40
Puits de retour d'air	1.092,30	48,00
Idem de 32 à 19 m	15,47	—
Coude à 19 m	—	—
Galerie du ventilateur	23,23	25
Echappement	—	6,1
Somme des charges entrée d'air	+ 1.515,37	258,97 kg/m ²
Somme des charges retour d'air	— 1.423,74	
Aérage naturel	91,63 kg/m ²	

Force aéromotrice totale, ventilateur + aérage naturel :

$$165 + 91,63 = 256,63 \text{ kg/m}^2$$

Pertes de charge : 258,97 kg/m².

On obtient donc une très bonne concordance de la somme des pertes de charge avec la force aéromotrice totale. Il importe toutefois de remarquer qu'il y a une légère erreur de fermeture. En effet, la pression mesurée à la recette du puits de retour d'air est de 759 mm Hg; la correction d'altitude pour les puits est de 15,7 kg/m², soit 1,155 mm Hg. La pression à la recette du puits d'entrée d'air devrait être de 760,16 mm Hg, au lieu de 760,5. L'erreur de fermeture est de 4,7 kg/m². Elle est due, soit aux erreurs de lecture, soit à une légère variation de la pression atmosphérique, hypothèse très plausible, la durée des mesures au fond étant de quatre heures environ.

ETUDE DU CIRCUIT 2.

Les mesures servant au calcul des pertes de charge dans ce circuit ont été effectuées le 31 janvier 1956,

charge exacte, il faudrait ajouter, à la différence de pression ci-dessus, la force aéromotrice de l'aérage naturel qui existe dans l'ensemble du chantier entre les points (14) et (15).

La perte de charge apparente vaut donc :

$$1,3 \text{ mm Hg} + \text{poids correspondant à 1 m d'air} \\ (\delta = 1,43 \text{ kg/m}^3), \text{ soit } 19,1 \text{ kg/m}^2$$

Perte de charge due aux portes régulatrices à 1114 m

$$(844 - 836) \times 13,6 = 108,8 \text{ kg/m}^2$$

Perte de charge dans les boueaux de retour d'air de 1114 et 1093 m (de 15 à 16).

Pression moyenne :

$$843 \text{ mm Hg, soit } 11,342,4 \text{ kg/m}^2$$

Température : 27°C.

Poids spécifique de l'air : 1,292 kg/m³.

Charge hydrostatique : $1,292 \times 33 = 42,64 \text{ kg/m}^2$

Perte de charge :

$$(836 - 832) \times 13,6 - 42,64 = 11,8 \text{ kg/m}^2$$

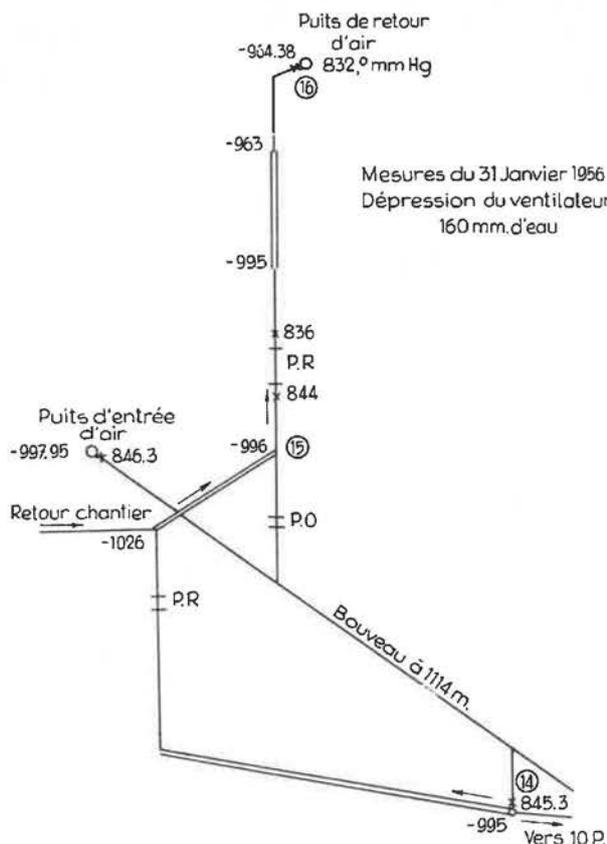


Fig. 4.

Perte de charge dans le puits de retour d'air entre 1093 et 904 m.

Hauteur du tronçon du puits : 189 m.

Section moyenne : 6,72 m².

Périmètre : 9,16 m.

Coefficient de perte de charge : 0,001774.

$$h = 0,001774 \cdot [9,16 / (6,72)^3] \cdot 189 \cdot (9,55)^2 = 0,92 \text{ kg/m}^2.$$

On peut également calculer la perte de charge à partir des mesures de pression. On trouve 2,7 kg/m² (voir calcul de la charge hydrostatique ci-dessous).

Il est plus logique de considérer que la perte de charge dans ce tronçon de puits est de 1 mm d'eau, le chiffre de 2,7 kg/m² étant l'ordre de grandeur des erreurs de lecture au baromètre.

Aérage naturel (Circuit n° 2).

L'aérage naturel que nous envisageons est celui qui existe dans le circuit puits d'entrée d'air, les bouvais nord à 1114 et 1093, le puits de retour d'air. L'aérage naturel existant dans les chantiers en défoncement est négligé.

Puits de retour d'air (tronçon de 1093 à 904 m).

Pression à 904 : 814 mm Hg; température 21°C

Pression à 1093 : 832 mm Hg; température 24°C

L'air est pratiquement saturé. A la température moyenne de 22,5°C, la pression partielle de la vapeur d'eau est de 277 kg/m².

Le poids spécifique de l'air à 904 est :

$$\delta = 1,267 \text{ kg/m}^3.$$

La charge hydrostatique calculée d'après la formule (2) est : 242,08 kg/m².

Aérage naturel au 31 janvier.

Retours d'air

Galerie du ventilateur :	22,6 kg/m ²
Puits de 19 à 32 :	15,07
Puits de 32 à 904 :	1.053,60
Puits de 904 à 1093 :	242,08
Galeries 1093 à 1114 :	42,64
	<hr/>
	1.375,99 kg/m ² .

Entrée d'air

Puits d'entrée d'air :	1.453,43 kg/m ²
Correction d'altitude :	15,3
	<hr/>
	1.468,73 kg/m ² .

Aérage naturel :

$$1.468,73 - 1.375,99 = 92,74 \text{ kg/m}^2.$$

Force aéromotrice totale :

Ventilateur	160
Aérage naturel	92,74
	<hr/>
	252,74 kg/m ² .

Force aéromotrice disponible pour le circuit n° 2.

La force aéromotrice disponible vaut la force aéromotrice totale diminuée des pertes de charge dans les circuits communs.

Puits de retour d'air	48 kg/m ²
Galerie du ventilateur	25
	6,1
Puits d'entrée d'air	21,35
Bouveau de 1114 m	10,8
	<hr/>
	111,25 kg/m ² .

La force aéromotrice disponible est donc :

$$252,74 - 111,25 = 141,49 \text{ kg/m}^2.$$

Somme des pertes de charge dans le circuit n° 2.

Chantier	19,1
Portes régulatrices	108,8
Bouvais de retour	11,8
Puits de 1093 à 904	1
	<hr/>
	140,7 kg/m ² .

CHARBONNAGE II

Le charbonnage II exploite également à grande profondeur; il extrait à deux étages : 1060 m et 1160 m.

Il possède quatre puits :

- le puits n° 1 qui dessert l'étage de 1060 m et constitue l'entrée d'air de cet étage;
- le puits n° 2 qui est le puits d'extraction et d'entrée d'air pour l'étage de 1160 m;
- le puits n° 3, puits tout à fait secondaire, qui ne sert qu'à l'exhaure;
- le puits n° 4, retour d'air général.

Les puits 1 et 2 sont voisins (distants de 25 m), le puits de retour se trouve à 600 m au nord des puits d'entrée d'air.

Description sommaire des puits.

Puits n° 1.

Le puits n° 1 est creusé à la profondeur de 1070 m environ. Sa section est assez régulière; elle est ovale jusqu'au niveau de 870 m environ, à peu près circulaire sous ce niveau. En moyenne, les dimensions des sections sont les suivantes :

section ovale : petit axe de 2,65 m, grand axe de 4,10 m,

grande section (sous 870) : petit axe de 4,00 m, grand axe de 4,50 m.

Le puits est maçonné sur toute sa hauteur; la maçonnerie, en briques, est en bon état.

Il est légèrement humide dans les 150 m supérieurs et ensuite très sec jusqu'au fond.

Le puits est équipé d'un guidonnage latéral en bois. Les traverses en bois sont espacées de 1,33 m.

Le puits contient deux tuyauteries à air comprimé de 180 mm de diamètre, du jour jusqu'au niveau de 950 m. Sous ce niveau, une seule tuyauterie descend jusqu'à 1060 m.

Le puits contient en outre trois câbles électriques et un câble téléphonique.

Puits n° 2.

Le puits n° 2 est à peu près identique au puits n° 1 en ce qui concerne le guidonnage. Les sections sont les mêmes, sauf qu'elles sont un peu rétrécies vers 200 et 400 m.

Le puits est maçonné. Il est entièrement sec.

Il ne contient qu'une tuyauterie à air comprimé de 950 m à 1160 m.

Il contient deux câbles électriques depuis le niveau de 841 jusqu'à 1160 m.

Puits n° 3.

Le puits n° 3 est circulaire et a un diamètre moyen de 2,50 m. Il est revêtu de maçonnerie de briques de 180 m à 356 m, le reste est à terres nues. Le puits est humide.

Le puits est équipé d'un guidonnage frontal en bois.

Puits n° 4.

Ce puits est creusé à la profondeur de 965 m. Sa section est irrégulière, ovale, parfois rectangulaire, parfois fortement allongée.

La section moyenne, calculée d'après des relevés effectués tous les 100 m, est de 8,01 m².

Le puits est en partie à terres nues, en partie en maçonnerie de briques. Il est entièrement maçonné sous 500 m. Cette maçonnerie est parfois en assez mauvais état.

Le puits est équipé d'un guidonnage latéral en bois.

Le puits est très humide; il y pleut.

L'air sort librement du puits à la recette.

PRINCIPE DE LA VENTILATION

Le siège comporte deux circuits d'aérage principaux :

- le circuit n° 1, constitué par le puits n° 1 et l'étage de 1060 m, jusqu'au niveau de 965 m du puits de retour d'air;
- le circuit n° 2, constitué par le puits n° 2 et l'étage de 1160 m, jusqu'au niveau de 965 m du puits de retour d'air.

Dans chaque circuit, la circulation de l'air est assurée par un ventilateur (Aérex). Les deux circuits ont une issue commune, le puits de retour.

Les deux aérex sont installés au niveau de 965 m, à proximité du puits de retour d'air. Ils répondent aux caractéristiques suivantes :

Aérex n° 1.

Commande directe par moteur asynchrone de 32 ch - Vitesse : 1.470 t/minute.

Diamètre de la roue : 1.049 mm.

Nombre de pales : 15.

Fournit un débit de 11,48 m³/sec sous une dépression de 144 kg/m².

Aérex n° 2.

Commande par moteur asynchrone de 125 ch avec transmission par courroies trapézoïdales.

Diamètre de la roue : 1.436 mm.

Nombre de pales : 16.

Fournit un débit de 20 m³/sec sous une dépression de 353 kg/m².

Les caractéristiques de fonctionnement sont données par les figures 11 et 12.

* * *

L'entrée d'air du circuit n° 1 présente une singularité. Le puits n° 1 est en effet en communica-

tion directe, au niveau de 356 m, avec le puits n° 3. Le régime des températures dans les deux puits est tel que le véritable puits d'entrée d'air est le puits n° 3.

L'air entre donc par ce puits et arrive au puits n° 1 au niveau de 356 m où il se divise en deux courants : une partie de l'air remonte dans le puits n° 1 jusqu'au jour, le reste descend. Nous avons donc un circuit auxiliaire que nous appellerons circuit n° 3 (puits n° 3 et n° 1, et communication à 356 m).

Cette singularité est due principalement à la présence des tuyauteries à air comprimé dans le puits n° 1.

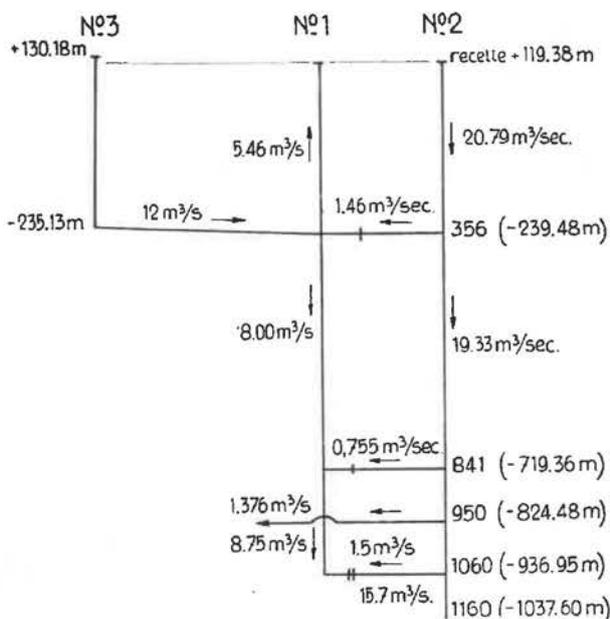


Fig. 5.

Le puits n° 2 est, sur toute sa hauteur, en surpression par rapport au puits n° 1, de sorte qu'il y a plusieurs fuites, du n° 2 vers le n° 1; les principales fuites se trouvent aux niveaux de 356, 841, 950 et 1060 m.

DEBITS

Circuit 2.

a. Entrée d'air générale à 1160 m	15,7 m ³ /sec
b. Fuite	0,74
c. Veinette 1160	2,085
d. Voie intermédiaire 10 P.	1,56
e. Pilier 10 P. couchant à 1060	5,968
f. Pilier 10 P. levant à 1060	4,740
g. Pilier Veinette à 1060	2,84
h. Bouveau N au nord du plantant	13,620
i. Fuite du plantant	2,37
j. Bouveau N au sud du plantant	15,99
k. Retour d'air - bouveau ouest	16,33
l. Fuite	2,10
m. Débit total du circuit 2	18,43
n. Fuite au by-pass de l'Aérex n° 2	1,5

Circuit 1.

q. Fuite du puits 2 à 1060	1,5 m ³ /sec
r. Entrée d'air générale à 1060	8,15
s. Taille en défoncement	1,48
t. Retour d'air 10 Paumes	3,73
u. Bouveau plantant de retour d'air	4,61
v. Plan dans 10 Paumes	1,50
w. Fuite venant de 1060	0,79
x. Bouveau N-E, nord de l'Aérex n° 1	2,29
p. Fuite du puits n° 2 à 950	1,376
y. Bouveau N-E, sud de l'Aérex n° 1	3,21
z. Fuite au by-pass de l'Aérex n° 1	1,583
Débit total du circuit	10,1 m³/sec

ETUDE DU CIRCUIT N° 3.

Ensemble des puits n° 1 et 3.

1. Puits n° 3.

Le relevé des températures dans le puits, représenté par la courbe (1) du diagramme 1 (fig. 6), montre que l'air se refroidit rapidement dans le puits jusqu'au niveau de 50 m environ et se réchauffe ensuite lentement.

Pour faire le calcul de la charge hydrostatique correspondant à la hauteur d'air du puits, nous considérerons séparément les trois tronçons suivants : du jour à 30 m, de 30 à 240 m et de 240 à 365 m; ces tronçons sont choisis de façon que les variations de température y soient très approximativement linéaires.

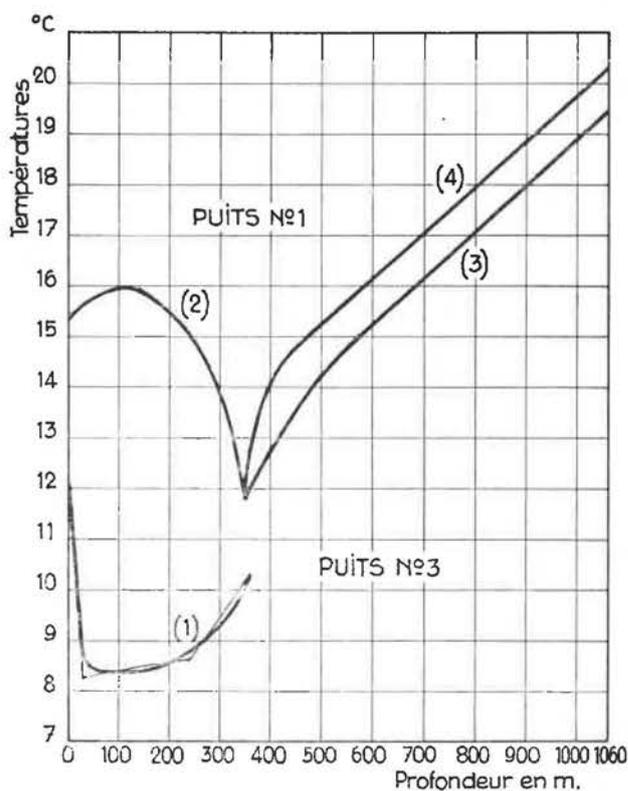


Fig. 6.

Hauteur totale du puits jusqu'au niveau inférieur envisagé : 365,3 m.

Mesures.

au jour — pression 740,4 mm Hg - température : 12°C - degré hygrométrique : $\varphi = 70\%$.
 au fond — pression 773,7 mm Hg - température : 10,3°C - degré hygrométrique : $\varphi = 90\%$.

Premier tronçon (0 à 30 m).

Vapeur d'eau à 12°C (saturation)

$$p_s = 142,9 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,01067 \text{ kg/m}^3$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$142,9 \times 0,70 = 100,0 \text{ kg/m}^2.$$

La température varie de 12° à 8°3. Pour tenir compte de la variation de température, nous calculerons un poids spécifique fictif (cas 2), avec la température moyenne de 10,15°C.

On calcule facilement le poids spécifique de l'air dans ces conditions : 1,2099 kg/m³.

Nous calculerons la charge hydrostatique d'après la formule (2)

$$\log (p_0 + P_1) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,2099}{10,069,44} \cdot 30 \\ + \log (10,069,44)$$

On trouve que $p'_0 = p_0 + P_1 = 10,105,83 \text{ kg/m}^2$.

$$P_1 = 10,105,83 - 10,069,44 = 36,39 \text{ kg/m}^2.$$

Deuxième tronçon (de 30 à 240 m).

La température varie de 8,3° à 8,6° (moyenne : 8,45°). - Degré hygrométrique : $\varphi = 90\%$.

Vapeur d'eau à 8,45° (saturation)

$$p_s = 113,1 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,00853 \text{ kg/m}^3$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$113,1 \times 0,9 = 101,79 \text{ kg/m}^2.$$

On calcule que le poids spécifique de l'air au niveau de 30 m est de 1,2216 kg/m³.

La charge hydrostatique est calculée d'après la formule (2), donc :

$$\log (p'_0 + P_2) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,2216}{10,105,83} \cdot 210 \\ + \log (10,105,83)$$

On trouve que $p''_0 = p'_0 + P_2 = 10,365,69 \text{ kg/m}^2$.

$$P_2 = 10,365,69 - 10,105,83 = 259,86 \text{ kg/m}^2.$$

Troisième tronçon (240 à 365 m).

La température varie de 8,6° à 10,2° (moyenne 9,4°C). Le degré hygrométrique moyen est de 86 %.

Vapeur d'eau à 9,4° :

$$p_s = 120,2 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,00905 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$120,2 \times 0,86 = 103,4 \text{ kg/m}^2.$$

Poids spécifique de l'air à $t = 9,4^\circ\text{C}$ et

$$p = 10,365,69 \text{ kg/m}^2 \text{ avec } p_v = 103,4 \text{ kg/m}^2$$

$$\delta = 1,249 \text{ kg/m}^3.$$

La charge hydrostatique, d'après la formule (2), se calcule comme suit :

$$\log (p''_0 + P_3) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,249}{10,365,69} \cdot 125,3 \\ + \log (10,365,69)$$

On trouve $p''_0 + P_3 = p_0 + P = 10,523,68 \text{ kg/m}^2$.

$$P_3 = 157,99 \text{ kg/m}^2.$$

Charge hydrostatique dans le puits :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 454,24 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge dans le puits :

$$h = p_0 + P - p_1 \\ = 10,523,68 - 10,522,32 = 1,36 \text{ kg/m}^2.$$

2. — Perte de charge dans la galerie de 356.

La galerie de communication entre le puits 3 et le puits 1 a une longueur totale de 520 m environ. Elle est en bon état.

Les cotes de ses extrémités sont :

— 235,13 m au puits n° 3,

— 239,48 m au puits n° 1.

Dénivellation : 4,35 m.

Mesures.

Envoyages du puits n° 3 :

pression 773,7 mm Hg - température 10,2°C

Envoyage du puits n° 1 :

pression 772,8 mm Hg - température 11,8°C

degré hygrométrique : 82 %.

Nous calculerons un poids spécifique d'air dans des conditions moyennes : température moyenne : 11°C — pression moyenne : 773,25 mm Hg, soit 10,516,2 kg/m².

Vapeur d'eau à 11°C (saturation) :

$$p_s = 133,8 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,01 \text{ kg/m}^3.$$

On calcule que le poids spécifique moyen de l'air est :

$$\delta = 1,2595 \text{ kg/m}^3.$$

Charge d'air correspondant à la dénivellation :

$$1,2595 \times 4,35 = 5,47 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge dans la galerie :

$$(773,7 - 772,8) \times 13,6 + 5,47 \\ = 12,24 + 5,47 = 17,71 \text{ kg/m}^2.$$

3. — Puits n° 1 (du jour à 356).

Le relevé des températures dans le puits n° 1, du jour à 356, est donné par la courbe (2) du diagramme 1 (fig. 6).

Pour les mesures, le thermomètre a été placé vers le milieu du puits.

Ces températures ne peuvent pas être utilisées pour effectuer un calcul exact de perte de charge. En effet, dans une même section, la température varie suivant la position du point de station par rapport aux conduites d'air comprimé. L'écart extrême peut atteindre 1,5 à 2°.

On constate d'ailleurs, lorsque l'on calcule la perte de charge d'après les mesures de température, que l'on arrive à des chiffres incohérents.

La mesure de la perte de charge dans ce tronçon de puits a été faite à l'aide d'un tube en U, placé à 356, à l'extrémité d'une tuyauterie à air comprimé ouverte à l'orifice du puits. La différence de pression n'atteint pas 1 mm d'eau.

La perte de charge dans le tronçon de puits envisagé doit être très faible, le débit d'air n'étant que de 5,46 m³/sec. Nous la négligerons et nous utiliserons, comme valeur de la charge hydrostatique correspondant à la hauteur du tronçon, la différence de pression mesurée au baromètre.

Pression à 356 :

$$772,8 \text{ mm Hg, soit } 10.510,08 \text{ kg/m}^2.$$

A l'orifice du puits :

$$741,6 \text{ mm Hg, soit } 10.085,76 \text{ kg/m}^2.$$

4. — Aération naturelle entre les puits n° 3 et n° 1.

La force aéromotrice de l'aération naturelle est donnée par :

$$A_n = P_3 - P_1 - \delta (z_3 - z_1)$$

où P_3 et P_1 sont les charges hydrostatiques, z_3 et z_1 les cotes des recettes des puits n° 3 et n° 1.

$$z_3 = + 130,18 \text{ m} \\ z_1 = + 119,38 \text{ m} \\ z_3 - z_1 = 10,80 \text{ m}$$

Poids spécifique de l'air au jour, compte tenu de l'humidité :

$$\delta = 1,204 \text{ kg/m}^3.$$

Charge correspondant à la différence d'altitude des recettes :

$$1,204 \times 10,8 = 13 \text{ kg/m}^2.$$

Les charges hydrostatiques entrant en jeu dans le calcul de l'aération naturelle sont donc :

$$P_3 = 454,24 + 5,47 = 459,73 \text{ kg/m}^2$$

$$P_1 = 424,32 \text{ kg/m}^2$$

$$\delta (z_3 - z_1) = 13 \text{ kg/m}^2.$$

Donc : $A_n = 459,73 - 437,32 = 22,41 \text{ kg/m}^2.$

Remarques.

1) On constate que, si l'on retranche la quantité $\delta (z_3 - z_1)$ de la pression barométrique à la recette du puits n° 1, on doit trouver la pression barométrique à la recette du n° 3. Or, on a :

$$10.085,76 - 13 = 10.072,76 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{au lieu de } 10.069,44 \text{ kg/m}^2,$$

soit une différence de 0,25 mm Hg.

Cette erreur de fermeture est due, soit à l'erreur du baromètre, soit à une variation effective de la pression barométrique au cours des mesures.

Etant donné l'exécution des mesures, une variation de la pression barométrique ne doit pas affecter les mesures de pression dans la galerie de communication ou dans le puits n° 1. Elle affecte, au contraire, les mesures dans le puits n° 3, s'il s'agissait donc d'une variation de pression barométrique, la perte de charge du puits n° 3 serait entachée d'une erreur de 3,32 kg/m² par défaut.

La perte de charge réelle serait alors de 4,7 kg/m².

2) La somme des pertes de charge calculées, dans le circuit n° 3, est :

$$17,71 + 1,36 = 19,07 \text{ kg/m}^2.$$

* * *

LE PUIT N° 2.

Le diagramme 2 (fig. 7) donne deux relevés de température le long du puits n° 2.

La courbe (1) se rapporte au 29 mars 1956, la courbe (2) au 23 avril 1956. Le diagramme montre que l'air se refroidit rapidement dans le puits jusqu'à une température minimum qui est atteinte vers 200 m. A partir du niveau de 300 m, l'air s'échauffe régulièrement d'environ 1 degré par 100 m.

Comme nous l'avons dit précédemment, le puits n° 2 est en surpression par rapport au puits n° 1. Il en résulte des fuites vers ce dernier. Seules les fuites suivantes sont retenues :

à 356 m,	1,46 m ³ /sec
841 m,	1 m ³ /sec
950 m,	1,376 m ³ /sec
1.060 m,	1,5 m ³ /sec

Le débit d'air dans le puits à 1160 m est de 15,7 m³/sec. (Il a été vérifié évidemment que le débit était le même dans les deux situations étudiées ci-après).

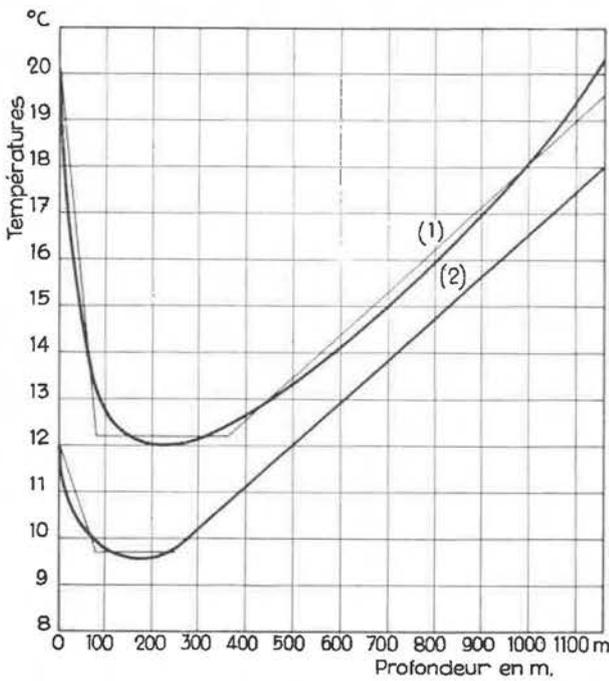


Fig. 7.

1. Mesures du 29 mars.

Pression au jour (recette) : 746,7 mm Hg, soit 10.155,12 kg/m² - degré hygrométrique : 65 %.

Pression à 1160 m :

853,5 mm Hg, soit 11.607,60 kg/m².

La courbe des températures montre qu'il faut subdiviser le puits en trois tronçons.

Premier tronçon (du jour à 80 m).

Vapeur d'eau à 20°C :

$$p_s = 191,4 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,014 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$191,4 \times 0,65 = 124,4 \text{ kg/m}^2.$$

On trouve que le poids spécifique de l'air au jour est :

$$\delta = 1,1783 \text{ kg/m}^3.$$

Nous calculerons la charge hydrostatique dans ce tronçon par la formule (4) :

$$P = \delta_0 R' T_0 \left[\left(\frac{T_0}{T_f} \right)^{\frac{1}{k' R'}} - 1 \right]$$

où $T_0 = 293$
 $T_f = 285,2$

$$\frac{1}{k' R'} = \frac{80}{7,8 \times 29,491} = 0,34779$$

On trouve $P = 96,215 \text{ kg/m}^2$.

La pression calculée, au niveau de 80 m, est donc

$$10.155,2 + 96,21 = 10.251,33 \text{ kg/m}^2.$$

Deuxième tronçon (de 80 m à 356 m).

Nous pouvons considérer que la température est constante et égale à la moyenne : 12,2°C.

Degré hygrométrique de l'air : 95 %.

Hauteur réelle du tronçon : 279 m.

Vapeur d'eau à 12,2°C :

$$p_s = 144,8 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,0108 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$144,8 \times 0,95 = 137,6 \text{ kg/m}^2.$$

Le poids spécifique de l'air au niveau de 80 m est

$$\delta = 1,22158 \text{ kg/m}^3.$$

La charge hydrostatique se calcule par la formule (1) :

$$\log(p'_0 + P_2) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,22158}{10.251,33} \cdot 279 + \log(10.251,33)$$

On trouve que $p'_0 + P_2 = 10.598,07 \text{ kg/m}^2$.

Donc :

$$P_2 = 10.598,07 - 10.251,33 = 346,74 \text{ kg/m}^2.$$

Troisième tronçon (de 356 à 1160 m).

Hauteur du tronçon : 798 m.

A 356 m, température utilisée pour les calculs : 12,2°C - degré hygrométrique de l'air : 95 %.

A 1160 m, température : 20,3°C - degré hygrométrique de l'air : 55 %.

On calcule facilement que le poids spécifique de l'air, à 356 m, est $\delta = 1,26288 \text{ kg/m}^3$.

La charge hydrostatique totale du tronçon sera calculée par la formule (4), en supposant que la température varie linéairement de 12,2° à 19,5°C.

(Nous prenons cette température finale au lieu de 20,3°C, parce que nous adoptons non pas la courbe réelle des températures, mais la droite moyenne).

Tous calculs faits, on trouve que :

$$P_3 = 1.043,596 \text{ kg/m}^2.$$

Charge hydrostatique totale :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 1.486,55 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge dans le puits :

$$\begin{aligned} h &= p_0 + P + p_1 \\ &= 10.155,12 + 1.486,55 - 11.607,60 \\ &= 34,07 \text{ kg/m}^2. \end{aligned}$$

2. Mesures du 25 avril.

Le relevé des températures dans le puits est donné par la courbe (2) du diagramme. Nous appuyant sur

cette courbe, nous diviserons le puits en trois tronçons : de 0 à 80 m, de 80 m à 240 m, de 240 m à 1160 m.

Pression au jour (recette) : 740,5 m m Hg, soit 10.070,80 kg/m² - degré hygrométrique : 67 %.

Pression à 1160 m :
847,1 mm Hg, soit 11.520,56 kg/m².

Premier tronçon (du jour à 80 m).

Nous supposons que la température varie linéairement de 12° à 9,7°C.

Vapeur d'eau à 12°C :

$$p_s = 143 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,0107 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$143 \times 0,67 = 95,81 \text{ kg/m}^2.$$

Poids spécifique de l'air au jour : 1,20195 kg/m³.

Nous calculons la charge hydrostatique par la formule (4) qui donne :

$$P_1 = 1,20195 \times 29,491 \times 285 \left[\left(\frac{285}{282,7} \right)^{1,17943} - 1 \right]$$

$$P_1 = 96,98 \text{ kg/m}^2.$$

Pression calculée au niveau de 80 m :

$$10.070,80 + 96,98 = 10.167,78 \text{ kg/m}^2.$$

Deuxième tronçon (de 80 à 240 m).

La température est constante : 9,7°C.

Le degré hygrométrique = 80 %.

Propriétés de la vapeur d'eau à 9,7°C :

$$p_s = 122,7 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,00922 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air :

$$p_v = 122,7 \times 0,8 = 98,16 \text{ kg/m}^2.$$

Poids spécifique de l'air au niveau de 80 m :

$$\delta = 1,2239 \text{ kg/m}^3.$$

La charge hydrostatique se calcule par la formule (1) :

$$\log (p'_0 + P_2) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,2239}{10.167,78} \cdot 160$$

$$+ \log (10.167,78)$$

$$p'_0 + P_2 = 10.365,38 \text{ kg/m}^2.$$

$$P_2 = 10.365,38 - 10.167,78 = 197,60 \text{ kg/m}^2.$$

Troisième tronçon (de 240 à 1160 m).

Hauteur vraie du tronçon : 917 m.

On admet que la température varie linéairement de 9,7° à 18°C.

Poids spécifique de l'air au niveau de 240 m :

$$\delta = 1,2478 \text{ kg/m}^3.$$

On calcule la charge hydrostatique par la formule (4) qui donne :

$$P_3 = 1,2478 \times 29,491 \times 282,7 \left[\left(\frac{291}{282,7} \right)^{3,7463} - 1 \right]$$

$$P_3 = 1.190,54 \text{ kg/m}^2.$$

Charge hydrostatique totale :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 1.485,12 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge dans le puits :

$$\begin{aligned} h &= p_0 + P - p_1 \\ &= 10.070,80 + 1.485,12 - 11.520,56 \\ &= 35,36 \text{ kg/m}^2. \end{aligned}$$

Conclusion.

Nous obtenons donc, pour des conditions assez différentes, deux valeurs de la perte de charge avec une concordance très satisfaisante : 34,07 kg/m² et 35,36 kg/m².

Dans les calculs ultérieurs, nous utiliserons la moyenne : 34,7 kg/m².

Calcul du coefficient de perte de charge.

	du jour à 870 m	de 870 à 1160 m
Section moyenne	8,654 m ²	13,739 m ²
Périmètre moyen	11,23 m	13,06 m

Nous avons vu que les fuites du puits n° 2 vers le puits n° 1 se trouvent aux niveaux de 356, 841, 950 et 1060 m.

Les données sont concentrées dans le tableau V.

Tableau V

Désignation	Hauteur	Section	Périmètre	Débit
0 à 356	354 m	8,65 m ²	11,23 m	20,79 m ³ /sec
356 à 841	480	8,65	11,23	19,33
841 à 950	105	13,74	13,06	18,58
950 à 1060	112,5	13,74	13,06	17,2
1060 à 1160	101	13,74	13,06	15,7

Le coefficient de perte de charge k répond à la formule :

$$h = k \cdot (P/S^3) \cdot L \cdot Q^2$$

En effectuant les calculs d'après les données du tableau, on obtient :

$$34,7 = k (2655 + 3112 + 182,3 + 167,55 + 125,35)$$

$$\text{D'où : } k = 34,7/6242,2$$

$$k = 0,00556.$$

PUITS DE RETOUR D'AIR

Le relevé des températures dans le puits est donné par le diagramme 3 (fig. 8).

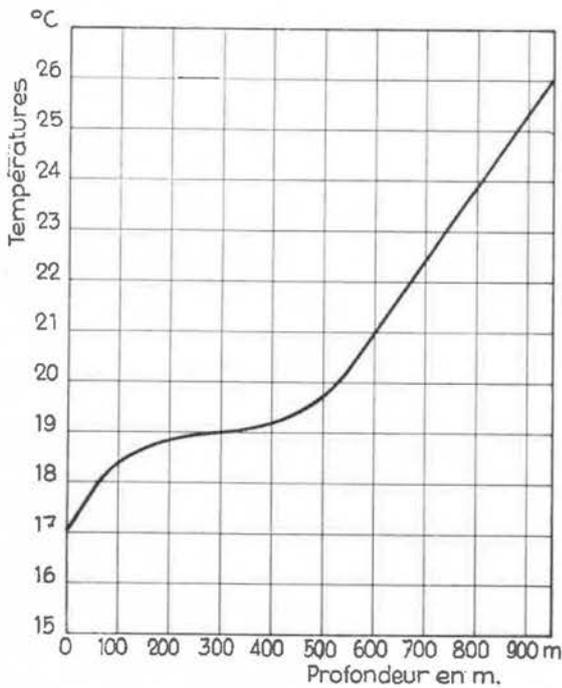


Fig. 8.

Les mesures de pression effectuées sont (en mm Hg) :

au jour :	743,5	743,8
au fond :	835,5	835,8

Nous ferons les calculs à l'aide du second groupe de mesures. D'autre part, nous diviserons le puits en deux tronçons, de 0 à 500 m et de 500 m à 965 m, les variations de température étant supposées linéaires dans chaque tronçon.

L'air est saturé dans tout le puits.

Premier tronçon (de 0 à 500 m).

A l'orifice du puits, la pression est de 743,8 mm Hg, soit 10.115,68 kg/m², la température est de 17°C.

Propriétés de la vapeur d'eau à 17°C :

$$p_s = 197,5 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,0145 \text{ kg/m}^3.$$

Poids spécifique de l'air à l'orifice du puits :

$$1,1985 \text{ kg/m}^3.$$

La charge hydrostatique sera calculée par la formule (4) :

$$P_1 = 1,1985 \times 29,491 \times 290 \left[\left(\frac{293}{290} \right)^{5,6514} - 1 \right]$$

$$P_1 = 613,986 \text{ kg/m}^2.$$

Deuxième tronçon (de 500 à 965 m).

Température à 500 m : 20°C.

Pression calculée : 10.729,666 kg/m².

Propriétés de la vapeur d'eau à 20°C :

$$p_s = 238,3 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,0173 \text{ kg/m}^3.$$

Poids spécifique de l'air au niveau de 500 m :

$$\delta = 1,24014 \text{ kg/m}^3.$$

Charge hydrostatique :

$$P_2 = 1,24014 \times 29,491 \times 293 \left[\left(\frac{299}{293} \right)^{2,628} - 1 \right]$$

$$P_2 = 586,16 \text{ kg/m}^2.$$

Charge hydrostatique totale :

$$P = P_1 + P_2 = 1.200,15 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge :

$$\begin{aligned} h &= p_1 - (p_0 + P) \\ &= 11.366,88 - (10.115,68 + 1.200,15) \\ &= 51 \text{ kg/m}^2. \end{aligned}$$

Calcul du coefficient de perte de charge.

Section moyenne : 8,01 m².

Périmètre moyen : 10,645 m.

(P/S₃) moyen : 0,02158.

Hauteur totale : 965 m.

Débit : 28,6 m³/sec.

Perte de charge : 51 kg/m².

$$\text{On a : } k = 51/17.034$$

$$k = 0,002994.$$

PUITS N° 1.

Nous avons étudié, dans ce qui précède, la partie supérieure du puits, de 356 au jour, parcourue par un courant d'air ascendant.

Nous avons vu à cette occasion que le relevé des températures était entaché d'incertitude et que, de ce fait, les calculs ne pouvaient donner aucun résultat exact. La même incertitude grève les mesures faites dans le puits sous le niveau de 356 m.

Le diagramme 1 (fig. 6) donne les relevés de températures. Les courbes (1), (2) et (3) ont été relevées le même jour; la courbe (4), à un moment différent.

Nous ne nous étendrons pas dans les calculs détaillés; comme prévu, ils donnent des résultats aberrants.

Les calculs fondés sur les valeurs données par la courbe (3), sur les pressions mesurées et compte tenu de l'humidité de l'air, donnent une perte de charge de 22 kg/m² (de 356 à 1060 m).

La courbe (4), au contraire, bien que toutes les mesures aient été faites avec grand soin, conduit les calculs à un résultat négatif (-3,4 kg/m²), lorsqu'on néglige l'humidité de l'air.

La perte de charge mesurée est de 4 mm d'eau.

Cette perte de charge varie assez fortement lorsque les cages circulent dans les puits; elle oscille entre 4 et 7 mm d'eau.

Vérifions cette mesure par comparaison avec le puits n° 2, dont nous avons déterminé le coefficient de perte de charge. Les deux puits sont à peu près identiques.

On peut faire le calcul facilement d'après les données suivantes :

Tableau VI

Désignation	Hauteur	Débit	Section	Périmètre
356 à 841	480 m	8 m ³ /sec	9,3 m ²	11,15 m
841 à 870	30	8,75	9,3	11,15
870 à 940	65	8,75	14,4	13,35

On pourrait envisager, dans un cas tel que celui-ci, de faire un très grand nombre de mesures de température, en étudiant le puits section par section, de façon à déterminer, dans chacune, la température moyenne. Il faudrait cependant, pour que les résultats fussent rigoureusement exacts, que l'écoulement de l'air soit laminaire, ce qui exclut la circulation des cages dans le puits. Une telle étude se heurte évidemment à de grosses difficultés de réalisation.

Il est préférable de faire la mesure directe. Une des tuyauteries à air comprimé a été vidée et laissée telle pendant plusieurs heures pour qu'elle se mette en équilibre de température avec l'air ambiant. La tuyauterie était ouverte au niveau de 356 m et le tube en U a été branché au niveau de 940 m.

La perte de charge calculée :

$$b = k' \sum \left(L \frac{P}{S^3} Q^2 \right) = 2,7 \text{ kg/m}^2$$

La perte de charge mesurée au tube en U n'est donc pas trop faible. Nous retiendrons uniquement la valeur de 4 mm d'eau dans les calculs ultérieurs.

CIRCUIT N° 2 (ETAGE DE 1160 M)

Ce circuit, tel qu'il a été défini précédemment, comporte le puits n° 2, les travaux de l'étage de 1160 m et les galeries de 1060 m jusqu'à la base du puits de retour d'air (965 m).

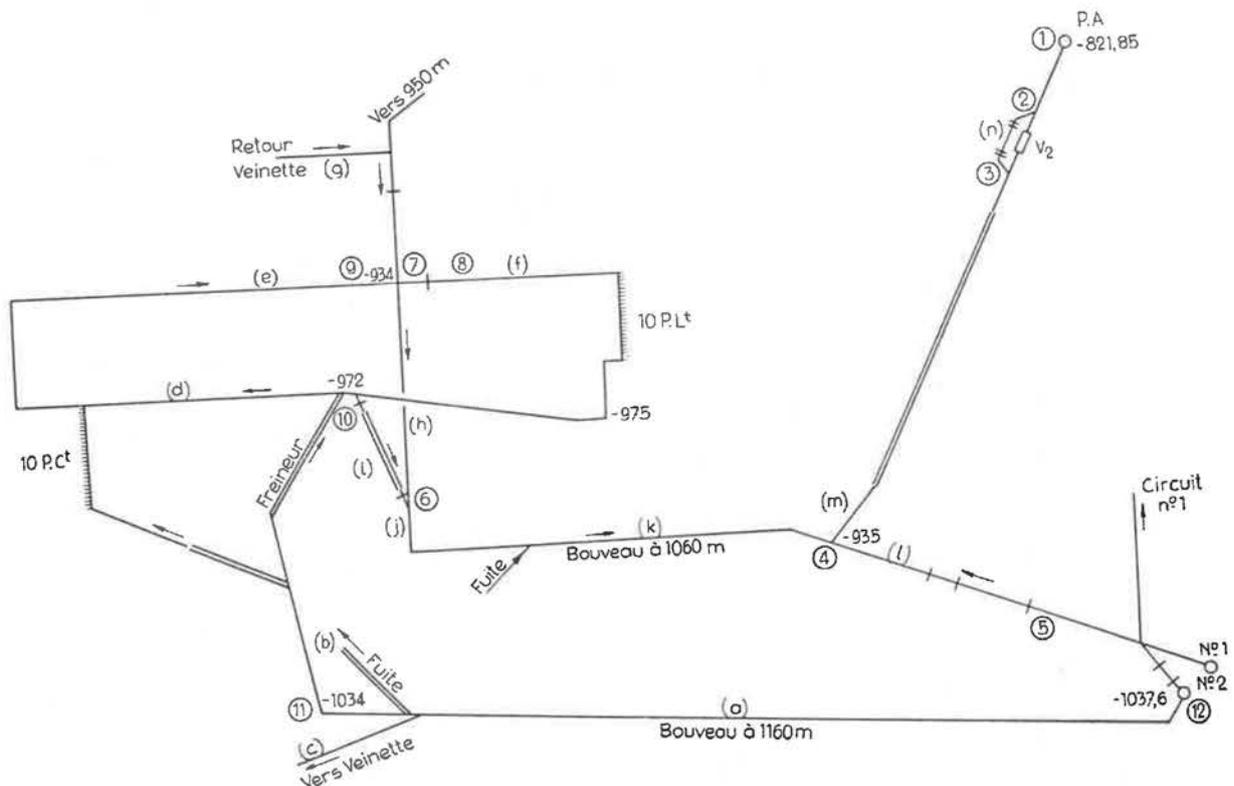


Fig. 9.

Le tableau suivant donne un aperçu sur les principales mesures.

Référence : au jour $p = 754,9$ mm Hg, $t_s = 10^\circ\text{C}$.

La pression en (10) étant $11.621,20$ kg/m², on calcule le poids spécifique de l'air à cette pression et à la température moyenne de $24,35^\circ\text{C}$, avec $\varphi = 43,7\%$.

Station	Pression		Températures (psychromètre)	
	en mm Hg	en kg/m ²	t_s	t_h
4	843,3	11.468,88		
7	845,6	11.500,16	28,9°C	22,1°C
9	845,6	11.500,16	29,1	21,5
10	854,5	11.621,20	25,9	18,2
11	862,3	11.727,28	22,8	15,4
12	863	11.736,8	18,6	12,8

1. Perte de charge dans les boueaux d'entrée d'air au niveau de 1160 m (de 12 à 11).

Cote de l'envoyage (12) — 1037 m
 Cote du robinage principal (11) — 1034 m
 Poids spécifique de l'air réel :

en (11) $\delta = 1,348$ kg/m³
 en (12) $\delta = 1,370$ kg/m³

Poids spécifique moyen : $\delta = 1,359$ kg/m³.

Charge correspondant à la dénivellation :

$$1,359 \times 3 = 4,08 \text{ kg/m}^2.$$

La pression mesurée en (11) est de $11.727,28$ kg/m².
 La perte de charge calculée est donc :

$$11.736,8 - (11.727,28 + 4,08) = 5,44 \text{ kg/m}^2.$$

2. Perte de charge dans les chantiers.

Nous considérerons les chantiers globalement entre leurs bornes communes (7) et (11). Nous pouvons donc nous contenter d'étudier les pertes de charge dans l'un d'eux seulement. Nous choisissons le circuit 10 P. Levant parce que plus accessible et plus régulier. Nous divisons ce circuit en deux tronçons.

a) De (10) à (11).

(Tête du freineur à mi-tranche - Robinage principal). Différence de cote de (10) à (11) : 62 m.

La dénivellation n'étant pas considérable, nous nous contenterons d'utiliser des températures moyennes.

Température moyenne : $24,35^\circ\text{C}$.

Degrés hygrométriques :

en (10), $\varphi = 44,8\%$; en (11), $\varphi = 42,6\%$
 moyenne : $43,7\%$.

Propriétés de la vapeur d'eau à $24,4^\circ\text{C}$:

$$p_s = 310 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,0222 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$135,47 \text{ kg/m}^2,$$

On trouve : $\delta'_0 = 1,3289$ kg/m³.

Charge hydrostatique (d'après formule 2 de l'introduction) :

$$\log(p_0 + P) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,3289}{11.621,20} \cdot 62 + \log(11.621,20)$$

$$p_0 + P = 11.701,17 \text{ kg/m}^2.$$

$$P = 79,97 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge :

$$11.727,28 - 11.701,17 = 26,11 \text{ kg/m}^2.$$

b) Chantier 10 P Levant (de 10 à 7).

Température moyenne de l'air : $27,4^\circ\text{C}$.

Degrés hygrométriques :

dans la voie (10) : $44,8\%$; au pilier (7) : $58,4\%$

moyenne : $\varphi = 51,6\%$.

L'aérage du chantier est réglé par une porte au niveau de 1060. En aval de la porte, la pression est de $11.500,16$ kg/m²; elle est de $11.546,4$ kg/m² en amont.

Propriétés de la vapeur d'eau à $27,4^\circ\text{C}$:

$$p_s = 372,2 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,0265 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$374,4 \times 0,516 = 193,19 \text{ kg/m}^2.$$

Poids spécifique de l'air à $p = 11.546,4$ kg/m² et $t = 27,4^\circ\text{C}$:

$$\delta = 1,30585 \text{ kg/m}^3.$$

Charge hydrostatique correspondant à la relevée de ce circuit (soit 38 m) :

$$\log(p_0 + P) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,30585}{11.546,4} \cdot 38 + \log(11.546,4)$$

$$p_0 + P = 11.596,18 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 11.596,18 - 11.546,4 = 49,78 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge totale :

$$11.621,2 - (11.500,16 + 49,78) = 71,26 \text{ kg/m}^2.$$

3. Perte de charge dans les bouveaux de 1060 m. (de 7 à 4).

La différence de pression entre ces deux points, mesurée au baromètre anéroïde, est de 2,3 mm Hg, soit 31,3 kg/m².

On doit y ajouter une correction tenant compte de la dénivellation de 1 m.

La perte de charge est donc :

$$31,3 + 1,3 = 32,6 \text{ kg/m}^2.$$

4. Retour d'air général (de 4 à 1).

Le retour d'air général a fait l'objet de mesures séparées (sous une pression barométrique au jour de 751,6 mm Hg = 10.221,76 kg/m²).

a) De 1060 à l'aérex n° 2 ((4) à (3)).

Pression à 1060 : 11.425,36 kg/m².

Pression en amont de l'aérex : 11.149,28 kg/m².

Température : 27,5°C.

Degré hygrométrique moyen : 47,6 %.

Différence de cote des extrémités : 114,15 m.

Propriétés de la vapeur d'eau à 27,5°C :

$$p_s = 374,4 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,0265 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :

$$385,3 \times 0,476 = 183,4 \text{ kg/m}^2.$$

Poids spécifique de l'air au niveau de 965 m :

$$\delta = 1,2594 \text{ kg/m}^3.$$

La charge hydrostatique se calcule simplement par :

$$\log(p_0 + P) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,2594}{11.149,28} \cdot 114,15$$

$$+ \log(11.149,28)$$

$$p_0 + P = 11.294,34 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 145,06 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge : 131,02 kg/m².

b) De l'aérex au puits (2 à 1).

Cette perte de charge a été mesurée au baromètre. La moyenne de trois mesures est : 2,9 mm Hg, soit 39,44 kg/m².

Perte de charge totale dans le circuit 2.

Puits n° 2	34,7 kg/m ²
Bouveau à 1160 (de 12 à 11)	5,44
Chantiers	97,37
Bouveaux à 1060 (de 7 à 4)	32,6
	170,11 kg/m ²

Retour général : 131,02 + 39,44 = 170,46

Perte de charge totale : 340,57 kg/m²

Dépression du ventilateur : 353 kg/m².

Aéragé naturel.

Le calcul de l'aéragé naturel pose un problème délicat. Il est en effet impossible de faire des mesures de pression et de température dans tout le circuit en un jour. Le puits d'entrée d'air et le puits de retour d'air doivent d'ailleurs être étudiés chacun séparément.

Il faut réunir le résultat de mesures effectuées à des intervalles de quelques jours. Il faut choisir parmi toutes les mesures celles pour lesquelles les conditions atmosphériques sont semblables (température principalement). La température initiale pouvant être considérée comme la même dans les mesures choisies, il suffit de remarquer que, toutes autres conditions égales, la charge hydrostatique dans un puits est proportionnelle à la pression à l'orifice.

Les groupes de mesures choisis sont les suivants :

mesures dans le puits de retour d'air :

au jour = 744 mm Hg.

(Pression à la recette du puits de retour d'air - Les autres pressions sont mesurées à la recette du puits d'entrée).

mesures dans le puits d'entrée d'air :

(23-4-56) 740,5 mm Hg.

mesures dans les travaux :

(20-4-56) 754,9 mm Hg.

mesures dans le retour d'air général :

(19-4-56) 751,6 mm Hg.

Température au jour : 10°C (le 23-4, 12°C).

Nous calculerons l'aéragé naturel pour le 20-4-56.

a) Charge hydrostatique du puits de retour d'air.

$$1.201,70 (753/744) = 1.216 \text{ kg/m}^2.$$

b) Charge hydrostatique du puits n° 2.

Au lieu d'utiliser un coefficient de transformation, nous calculerons directement la charge, chose aisée puisque nous connaissons la perte de charge.

Pression mesurée au jour : 754,9 mm Hg.

Pression mesurée à 1160 : 863 mm Hg.

d'où

$$P = (863 - 754,9) 13,6 + 34,7 = 1.504,86 \text{ kg/m}^2$$

c) Charge hydrostatique du retour d'air général.

$$145,06 (754,9/751,6) = 145,70 \text{ kg/m}^2.$$

d) Charge hydrostatique dans les travaux.

Bouveau à 1160 (de 12 à 11)	4,08 kg/m ²
Chantiers (de 11 à 7)	129,75 kg/m ²
Bouveau à 1060 (de 7 à 4)	-2,6 kg/m ²

Nous avons vu précédemment que la perte de charge dans le puits de retour d'air était de 51 kg/m². La force aéromotrice disponible pour le circuit 2 est donc de 343,1 kg/m².

Il y a donc concordance à moins de 1 % près.

CIRCUIT N° 1 (ETAGE DE 1060 M)

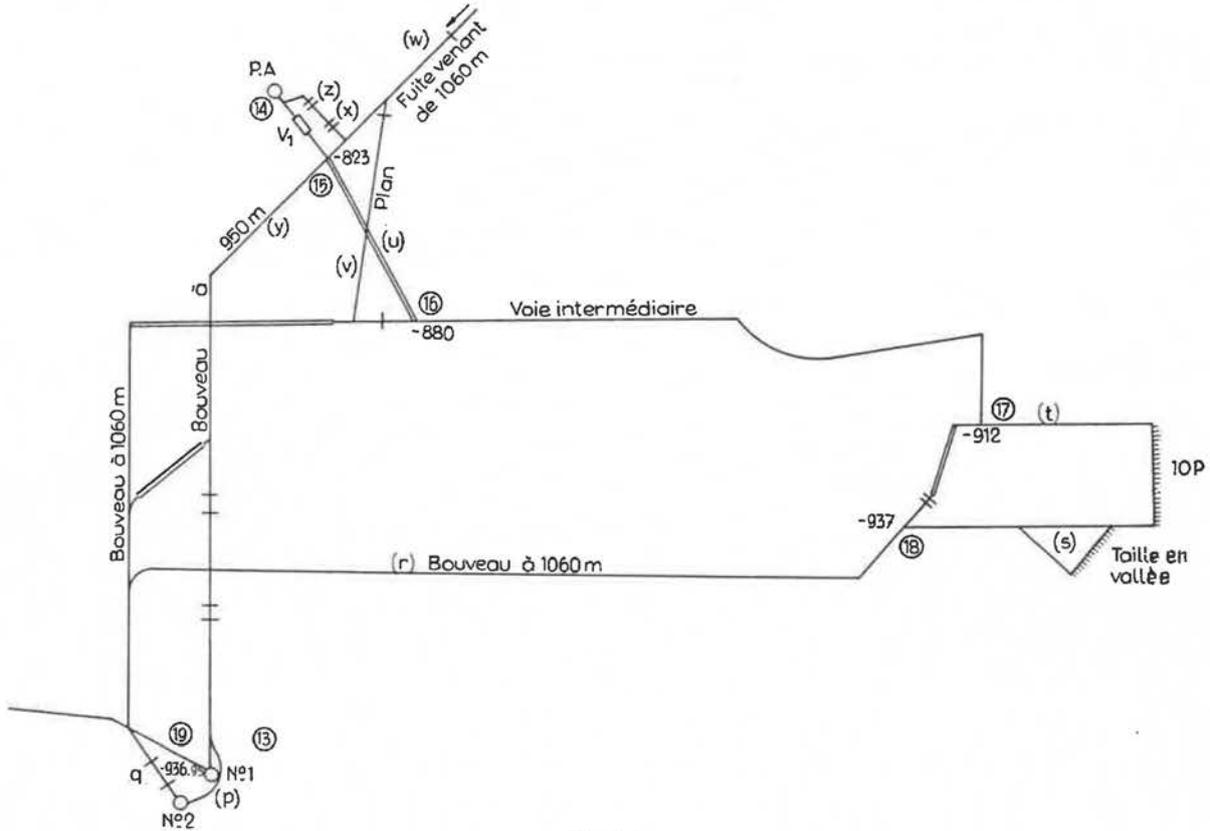


Fig. 10.

e) Correction d'altitude.

Cote recette puits de retour d'air	+ 143,15 m
Cote recette puits n° 2	+ 119,38 m

23,77 m

Poids spécifique de l'air au jour : 1,236 kg/m³.
Charge : 1,236 × 23,77 = 29,38 kg/m².

Charges d'air, côté entrée :
1.504,86 + 29,38 = 1.534,24 kg/m².

Charges d'air, côté retour :	
Puits de retour	1.216,24 kg/m ²
Retour général	145,70
Travaux	131,23
	<hr/>
	1.493,17 kg/m ²

Force aéromotrice de l'aérage naturel :
1.534,24 - 1.493,17 = 41,07 kg/m².

Conclusion.

La force aéromotrice totale calculée est de :
353 + 41,1 = 394,1 kg/m².

La somme des pertes de charge dans le circuit 2 est de 340,57 kg/m².

1. Bouveau plantant de retour d'air (15 à 16).

Pression en tête (15) : 11.123,44 kg/m²
Pression au pied (16) : 11.285,28 kg/m²
Température moyenne : 27°C.
Degré hygrométrique : 80 %.
Propriétés de la vapeur d'eau à 27°C :

$$p_s = 363,4 \text{ kg/m}^2 \quad \delta_s = 0,0257 \text{ kg/m}^3.$$

Pression partielle de vapeur d'eau dans l'air :
290,7 kg/m².

Poids spécifique de l'air en tête du plantant :
1,2587 kg/m³.

Différence de cote : 57 m.

Charge hydrostatique :

$$\log(p_0 + P) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,2587}{11.123,44} \cdot 57 + \log(11.123,44)$$

$$p_0 + P = 11.195,52 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 72,08 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge : 89,76 kg/m².

Cette perte de charge a été mesurée également à l'aide d'un tube en U branché au pied du plantant sur une ancienne tuyauterie ouverte à environ 10 m en amont de l'extrémité supérieure du plantant. La différence de pression mesurée est de 88 mm d'eau.

2. Voies de retour d'air (de 16 à 17).

Pied du plantant (16) : $p = 11.285,28 \text{ kg/m}^2$.

En (17) : $p = 11.342,4 \text{ kg/m}^2$.

Température : 27°C.

Humidité : 80 %.

Différence de cote : 33 m.

Poids spécifique de l'air au pied du plantant : 1,2729 kg/m³.

Charge hydrostatique :

$$\log(p_0 + P) = \frac{1}{2,3026} \cdot \frac{1,2729}{11,123,44} \cdot 33$$

$$+ \log(11.285,28)$$

$$p_0 + P = 11.327,44 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 42,16 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge : 15 kg/m².

3. Chantier (de 17 à 18).

Pression en (17) : 11.342,4 kg/m² - t = 27 °C

Pression en (18) : 11.381,84 kg/m² - t = 24,5°C

Degré hygrométrique en (17) : 80 %.

en (18) : 45 %.

Différence de cote : 23 m.

Poids spécifique de l'air au pilier (17) :

$$\delta = 1,2787 \text{ kg/m}^3$$

Poids spécifique de l'air à l'entrée (18) :

$$\delta = 1,3004 \text{ kg/m}^3.$$

Poids spécifique moyen : 1,2896 kg/m³.

Charge hydrostatique :

$$1,2896 \times 23 = 29,66 \text{ kg/m}^2.$$

Perte de charge : 9,78 kg/m².

4. Perte de charge dans le bouveau Est à 1060 m (18 à 19).

Très faible; 0,2 mm Hg. soit 2,7 kg/m².

5. Perte de charge totale dans le circuit 1.

Puits n° 1	4 kg/m ²
Bouveaux à 1060	2,7
Chantier (17 à 18)	9,78
Voies de retour (16 à 17)	15
Plantant (15 à 16)	89,76
Perte de charge totale	121,24 kg/m ²

6. Dépression du ventilateur : 144 kg/m².

7. Aérage naturel.

Nous retrouvons la même difficulté que celle signalée dans l'étude du circuit 2, c'est-à-dire la nécessité de faire les mesures en plusieurs jours et de réunir toutes ces mesures ensuite.

D'autre part, le calcul de l'aérage naturel doit se faire pour le circuit suivant : puits n° 3, communication à 356, puits n° 1 de 356 à 1060, travaux, puits de retour d'air. Il y a donc trois charges hydrostatiques à recalculer pour une pression unique à la surface. De plus, si l'on remarque que les valeurs de charges hydrostatiques et de perte de charge sont entachées d'une légère erreur, on est certain de retrouver cette erreur dans le bilan du circuit 1.

On peut calculer avec plus de précision le circuit plus simple constitué par le puits n° 1, de la surface à 1060 m, les travaux et le puits de retour d'air; enfin, seule la charge hydrostatique du puits de retour d'air doit être recalculée, celle du puits n° 1 pouvant être mesurée directement au baromètre.

Le bilan de ce circuit doit donner aussi l'égalité de la force aéromotrice et de la somme de pertes de charge.

a) Charge hydrostatique dans le puits n° 1.

Pression mesurée à la recette :

$$739 \text{ mm Hg, soit } 10.050,40 \text{ kg/m}^2$$

Pression mesurée à 950 :

$$826 \text{ mm Hg, soit } 11.233,6 \text{ kg/m}^2.$$

Par suite d'un incident, la pression n'a pas été mesurée au niveau de 1060 m.

On calcule facilement cette pression, le poids spécifique de l'air étant de 1,3058 kg/m³ à 950 m.

On trouve que la pression doit être de :

$$11.381,57 \text{ kg/m}^2.$$

La perte de charge dans le puits étant de 4 kg/m², la charge hydrostatique est :

$$P = (11.381,57 - 10.050,40) + 4 = 1.335,17 \text{ kg/m}^2$$

b) Charge hydrostatique dans le puits de retour d'air.

$$1.201,70 \times (737/744) = 1.190,39 \text{ kg/m}^2.$$

c) Correction d'altitude.

Poids spécifique de l'air au jour : 1,2115 kg/m³.

$$C = 1,2115 \times 23,77 = 28,80 \text{ kg/m}^2.$$

d) Charge hydrostatique de travaux.

Plantant	72,08 kg/m ²
Voies à mi-tranche	42,16
Chantier	29,66
	<hr/>
	143,90 kg/m ²

e) Force aéromotrice de l'aéragé naturel.

Puits d'entrée (n° 1)	1.335,17 kg/m ²
Correction d'altitude	28,80
Travaux	143,90
Puits de retour d'air	1.190,39

$$A_n = 1.363,97 - 1.334,29 = 29,68 \text{ kg/m}^2.$$

f) Force aéromotrice totale :

$$144 + 29,68 = 173,68 \text{ kg/m}^2.$$

g) Force aéromotrice disponible.

La perte de charge dans le puits de retour d'air étant de 51 kg/m², la force aéromotrice disponible pour le circuit 1 est : 173,68 - 51 = 122,68 kg/m².

Il y a donc concordance entre la somme des pertes de charge et la force aéromotrice à 1 % d'erreur près.

Calcul de l'aéragé naturel vrai.

Charge hydrostatique du puits n° 3 :

$$454,24 \times (738/740,4) = 452,77 \text{ kg/m}^2.$$

Charge dans la galerie de communication à 356 :

$$5,47 \text{ kg/m}^2.$$

Correction d'altitude :

$$1,2115 \times 13 = 15,75 \text{ kg/m}^2.$$

Charge hydrostatique au puits n° 1 de 356 m à 1060 m.

De 0 à 356 :

$$424,32 \times (739/741,6) = 422,83 \text{ kg/m}^2.$$

De 356 à 1060 :

$$1.335,17 - 422,83 = 912,34 \text{ kg/m}^2.$$

Charges hydrostatiques.

Puits n° 3	452,77 kg/m ²
Galerie à 356	5,47
Puits n° 1	912,34
Correction d'altitude	15,75
Travaux	143,90
Puits de retour d'air	1.190,39

$$A_n = 1.386,97 - 1.334,29 = 52,04 \text{ kg/m}^2.$$

Somme des pertes de charge du circuit.

Puits n° 3	1,36 kg/m ²
Galerie à 356	17,71
Puits n° 1	4
Travaux et retours d'air	117,24
Perte de charge totale	140,31 kg/m ²

La force aéromotrice totale est donc :

$$144 + 52,04 = 196,04 \text{ kg/m}^2.$$

Force aéromotrice disponible.

La perte de charge du puits de retour d'air étant de 51 kg/m², il reste : 145,04 kg/m².

La concordance est, comme prévu, moins bonne que dans les calculs précédents.

Fonctionnement des ventilateurs.

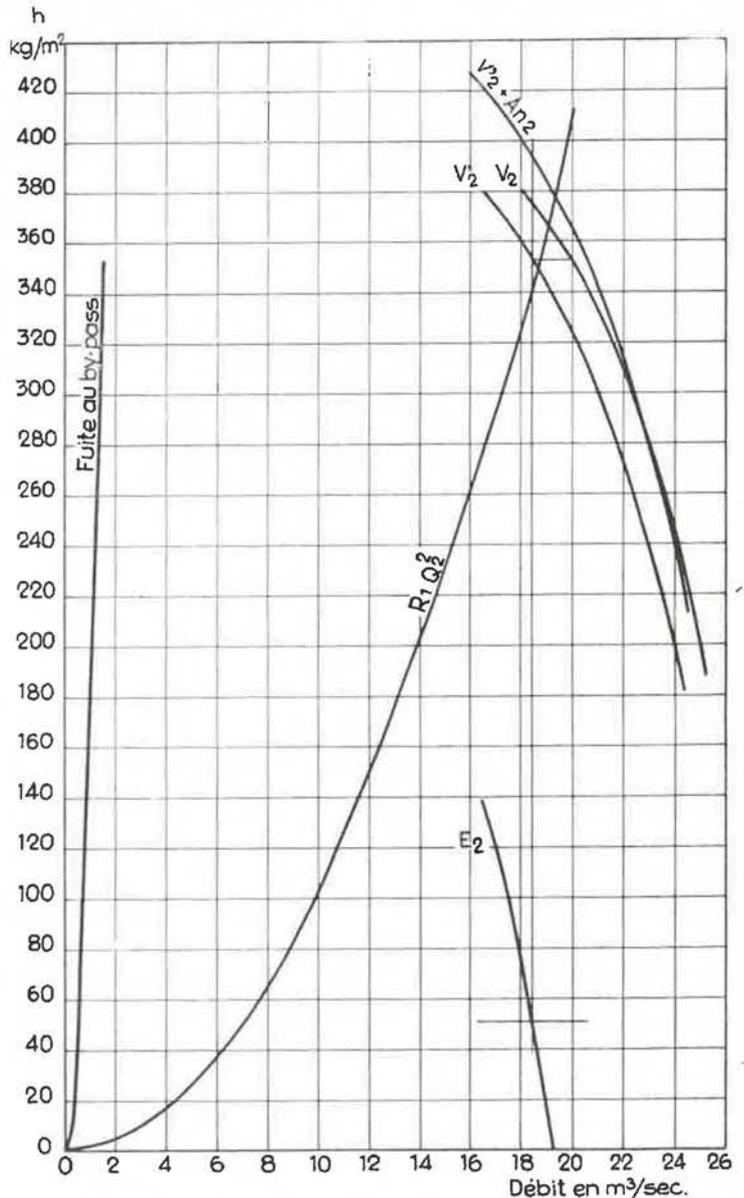
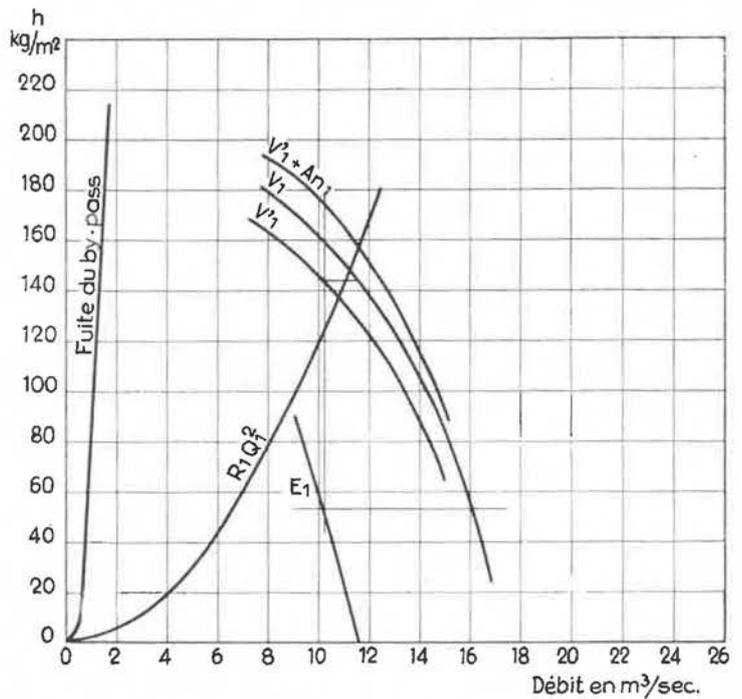


Fig. 11 et 12.

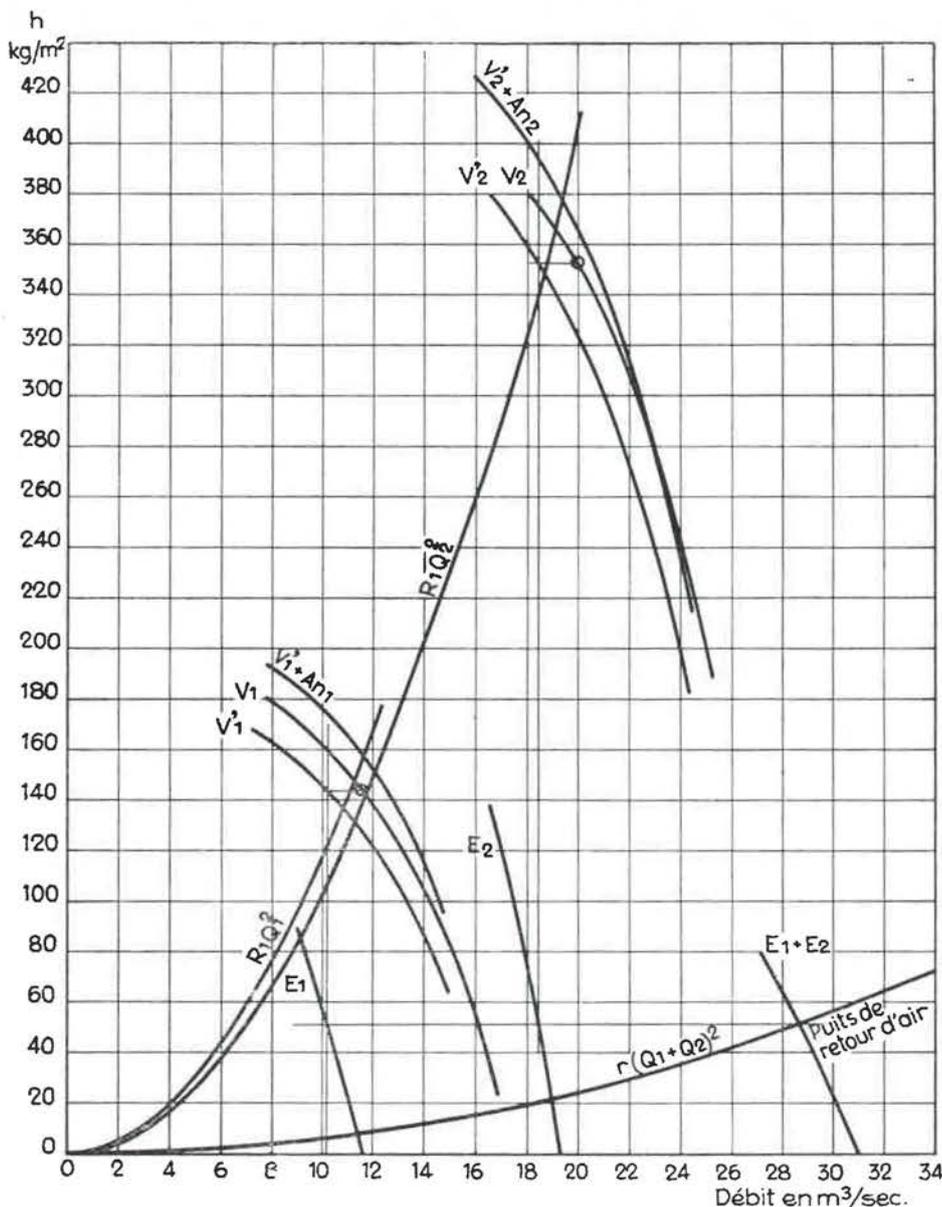


Fig. 15.

Les diagrammes (fig. 11 et 12) donnent les caractéristiques de fonctionnement de chacun des deux ventilateurs.

Pour chacun des circuits 1 et 2, on détermine la caractéristique utile de la force aéromotrice totale en soustrayant, de la caractéristique du ventilateur, la perte au by-pass et en ajoutant ensuite l'aérage naturel.

En résumé, nous avons donc :

Circuit 1 :	
Perte de charge totale	121,24 kg/m ²
Aérage naturel	29,68 kg/m ²
Débit utile	10,1 m ³ /sec
Fuite au by-pass	1,38 m ³ /sec

Circuit 2 :	
Perte de charge totale	340,57 kg/m ²
Aérage naturel	41,1 kg/m ²
Débit utile	18,45 m ³ /sec
Fuite au by-pass	1,5 m ³ /sec
Puits de retour d'air :	
Perte de charge.	51 kg/m ²
Débit	28,53 m ³ /sec

La mise en parallèle des ventilateurs (fig. 13) se fait suivant la méthode classique et l'on peut vérifier que les points de fonctionnement des ventilateurs correspondent bien au fonctionnement réel.

CONCLUSION

Mieux que tout commentaire, les chiffres expriment que la méthode que nous avons adoptée donne

des résultats d'une réelle valeur. Même si l'on peut reprocher à cette méthode certaines sources d'erreurs, l'erreur globale est toutefois minime. Il suffit, pour s'en rendre compte, de remarquer qu'il n'y a pas accumulation des erreurs systématiques ni des erreurs de lecture. Par temps stable, la pression mesurée au retour à l'orifice du puits est la même que la pression au départ.

On peut considérer que les résultats sont, sinon rigoureusement exacts, du moins d'une précision largement suffisante en pratique.

D'autre part, comme nous l'avons déjà souligné, la méthode est extrêmement commode et permet de débrouiller des situations complexes, telles que celles rencontrées dans le charbonnage 2.

Souhaitons que les problèmes de ventilation deviennent familiers à tous les ingénieurs d'exploitation. La ventilation souterraine n'est pas seulement un des chapitres fondamentaux de l'exploitation des mines, son étude approfondie est aussi fertile en enseignements pratiques et scientifiques.

Rapport sur les essais de fatigue sur fils de câbles d'extraction exécutés au moyen du Vibrophore Amsler 2 tonnes

ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DE BELGIQUE

TABLE DES MATIERES

- | | |
|---|--|
| 1. But initial des essais | II. limites de tensions de $26 - (R/20)$ à $94 + (R/20)$ kg/mm ² |
| 2. Machine utilisée | 8. Choix d'une orientation pour les essais ultérieurs |
| 3. Avant-propos statistique | 9. Essais réalisés entre les limites de tensions : $26 - (R/9)$ et $94 + (R/9)$ kg/mm ² |
| 4. Essais préliminaires — facteurs de dispersion | 1) galvanisés — Ø 2 mm |
| 5. Essais effectués avec mainteneur des charges | 2) clairs — Ø 2 mm et Ø 3 mm |
| 6. Modification de la recherche | 10. Conclusions. |
| 7. Essais préliminaires sur fils neufs | |
| I. limites de tensions de 14 à 106 kg/mm ² | |

SAMENVATTING

Bij herhaling werd vastgesteld dat de draden van de ophaalkabels barsten en breuken kunnen vertonen door vermoeinis (zeer vaak herhaalde mechanische sollicitaties).

Deze vaststelling beklemtoont het belang van een betere kennis van de eigenschappen der draden ten opzichte van het vermoeiingsverschijnsel, door de uitvoering der vermoeiingsproeven, ten zelfden titel als de gebruikelijke trek-, buig- en torsieproeven.

In het raam van het plan Guérin werden, met de steun van het Nationaal Instituut voor de Steenkolenrijverheid, opzoekingen verricht met het uiteindelijke doel de bedrijfszekerheid van de kabels te verhogen.

Voorafgaandelijke proeven bewezen dat men rekening moest houden met een zekere dispersie van de uitslagen der vermoeiingsproeven, dat bijgevolg het aantal monsters dat aan de proeven moest onderworpen worden aanzienlijk was en te groot om de methode te kunnen toepassen op draden opgenomen uit ophaalkabels in dienst.

Het opzoekingsplan werd dus georiënteerd in de zin van de studie der vermoeiingsverschijnselen op nieuwe draden.

De talrijke uitgevoerde proeven hebben de merkelijke voordelen doen uitschijnen van deze methode ter beoordeling van de kwaliteit en de homogeneïteit van een lot draden ten opzichte van sollicitaties die van dezelfde aard zijn als degene waaraan ze onderworpen zijn tijdens hun dienst.

Alhoewel de uitslagen verkregen in het raam van de opzoekingen noodzakelijkerwijze beperkt zijn, bewijzen ze dat er een aanzienlijk belang schuilt in de verdere ontwikkeling van deze beproevings-techniek, die werkelijk van aard is om de veiligheid van het gebruik der ophaalkabels te verhogen.

RESUME

Il a été constaté, à de nombreuses reprises, que les fils des câbles d'extraction pouvaient se fissurer et rompre par fatigue (sollicitations mécaniques répétées de très nombreuses fois).

Cette constatation soulignait l'intérêt qu'il y aurait à mieux connaître les propriétés des fils à la fatigue en pratiquant sur ces fils des essais dits de fatigue, au même titre que les essais courants de traction, torsion et flexion.

Une recherche fut entamée dans le cadre du Plan Guérin avec l'appui d'INICHAR, avec, comme but final, l'amélioration de la sécurité de fonctionnement des câbles.

Des essais préliminaires montrèrent qu'il fallait tenir compte d'une certaine dispersion des résultats des essais de fatigue et que, dès lors, le nombre d'éprouvettes à soumettre aux essais devenait important, trop important que pour permettre d'appliquer la méthode aux dépens de fils prélevés sur des câbles en service.

Le plan de recherche fut donc modifié dans le sens de l'étude de la fatigue sur fils à l'état neuf.

Les nombreux essais effectués ont mis en évidence des avantages appréciables qui font de cette méthode un outil de choix pour juger de la qualité et de l'homogénéité d'un lot de fils vis-à-vis de sollicitations d'un type semblable à celles que ces fils subissent en service.

Bien que les résultats obtenus dans le cadre de la recherche soient forcément limités, ils montrent qu'il y a gros à gagner à pousser plus avant cette technique d'essai qui est réellement susceptible de renforcer la sécurité de fonctionnement des câbles.

1. But initial des essais.

Le but des essais est la mesure de la résistance à la fatigue des fils des câbles d'extraction; on recherche les facteurs pouvant influencer cette résistance (résistance unitaire des fils, diamètre, clair ou galvanisé, etc...).

Après élimination des facteurs parasites pouvant modifier les résultats, la dispersion de ceux-ci peut servir de mesure à l'hétérogénéité du lot de fils essayés.

Les buts définis ci-dessus correspondent d'ailleurs à la constatation que certaines ruptures de fils (et même de câbles entiers) ont la fatigue comme origine, d'où l'idée d'évaluer pour un fil prélevé, après un certain temps de service, ses facultés d'endurance en fonction du temps de service.

Si les résultats obtenus sont cohérents, il en résultera un moyen d'estimer à quel moment un câble a perdu ses propriétés d'endurance dans une mesure dangereuse.

2. Machine utilisée.

L'éprouvette d'essai (4) est maintenue à ses extrémités dans les mordaches (2).

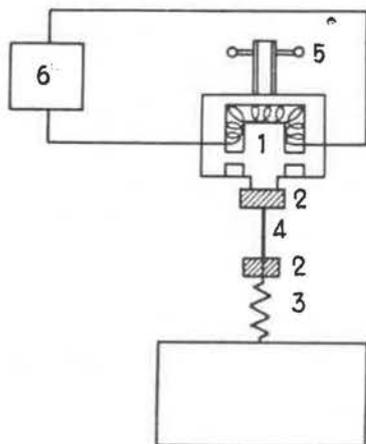


Fig. 1.

Un électro-aimant (1) alimenté par un générateur de tension du type électronique (6) à fréquence réglable, communique à l'éprouvette (4) des contraintes cycliques. On peut donner une tension statique initiale à l'éprouvette au moyen d'un ressort-vérin (5). Les mordaches inférieures sont reliées à un dynamomètre optique (3) qui permet de mesurer, au moyen d'un trait lumineux se déplaçant sur une échelle, la prétension et les charges max. et min.

Une cellule photo-électrique alimentée par le pinceau lumineux du dynamomètre maintient constant l'effort minimum.

La fréquence des vibrations peut être réglée dans certaines limites et se tient entre 50 et 100 oscillations par seconde pour les essais réalisés dans le cadre de cette étude.

Des dispositifs d'amarrage spéciaux sont prévus pour les fils, afin de répartir la pression des mordaches sur toute la surface de contact fil-mordache. Pour obtenir, lors de chaque essai, un serrage identique des mordaches, celui-ci se fait au moyen d'une clé dynamométrique.

Ce problème de fixation des fils est très important : si la fixation est défectueuse, le fil est blessé au droit de l'amarre et la rupture se produit dans celle-ci bien avant le nombre de cycles normal.

Une fixation correcte évite en grande partie ces ruptures et, même quand elles se produisent aux amarres, le fait d'avoir évité de blesser le fil donne un nombre de cycles à rupture normal.

Un compteur synchrone enregistre le nombre d'alternances effectuées jusqu'à la rupture de l'éprouvette.

3. Avant-propos statistique.

En raison de la forte dispersion des résultats des essais de fatigue, il s'est avéré indispensable de faire usage du calcul statistique afin d'obtenir le maximum de renseignements utiles des résultats obtenus.

Avant de commencer un calcul statistique des résultats, il est cependant nécessaire d'éliminer toutes les erreurs systématiques, la statistique ne tenant compte que des erreurs accidentelles.

L'interprétation statistique des résultats conduit à :

3.1 Rechercher la valeur moyenne la plus probable (la plus représentative) d'une série de mesures.

Dans ce but, on envisage soit la moyenne arithmétique des résultats :

$$\bar{N} = \frac{\sum N}{n}$$

où N : résultat individuel
 n : nombre de résultats,

soit la valeur médiane M de la série de mesures (valeur telle que 50 % des résultats lui soient inférieurs et 50 % supérieurs).

Le choix de l'une ou l'autre de ces deux grandeurs sera discuté plus loin.

3.2 Donner une mesure précise de la dispersion des résultats.

L'écart type « σ » propre à une série de mesures est la grandeur la plus communément utilisée pour mesurer la dispersion d'une série de résultats.

L'écart type est égal à la racine carrée de la variance corrigée par un facteur b_n (dépendant du nombre d'essais).

$$\text{Variance} = S^2 = \frac{\sum (N - \bar{N})^2}{n - 1}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (N - \bar{N})^2}{n - 1}}$$

$$\text{Ecart type } \sigma = \frac{S}{b_n} \sqrt{\frac{n-1}{n}} = \frac{1}{b_n} \sqrt{\frac{\sum (N - \bar{N})^2}{n}}$$

où N : résultat individuel
 \bar{N} : moyenne arithmétique des résultats
 n : nombre de résultats
 b_n : facteur correctif dépendant du nombre d'essais.

Remarque : La différence entre S et σ diminue avec le nombre d'essais; celle-ci peut être considérée comme négligeable pour $n \geq 20$; pour $n = 20$ la différence étant égale à 1,4 %.

3.3 Donner les limites de confiance à attribuer à la moyenne (on dira par exemple, qu'il y a 95 chances sur 100 pour que l'intervalle défini par $\bar{N} \pm t_{(95,n)} S/\sqrt{n}$ contienne la valeur moyenne réelle de la série de résultats).

\bar{N} : moyenne arithmétique des résultats

$t_{(95,n)}$: facteur de « Student » ⁽¹⁾ dépend du nombre d'essais et du degré de certitude que l'on désire obtenir (à 80 %, à 95 %, à 99,9 %)

S : racine carrée de la variance

n : nombre d'éprouvettes.

3.4 Déterminer les limites de confiance sur les résultats individuels (par exemple on dira qu'on peut s'attendre en moyenne à obtenir 90 % des résultats dans l'intervalle défini par $\bar{N} \pm t_{(95,\infty)} \sigma$)

On appliquera deux méthodes différentes suivant que toutes les éprouvettes d'une série d'essais se seront rompues après un nombre de cycles fixé à l'avance ou qu'au contraire certaines auront résisté à ce nombre de cycles; dans ce dernier cas, certains résultats de la série d'essais restent indéterminés.

Dans le présent travail, on n'a pas visé à déterminer la limite de fatigue proprement dite des fils, mais les tensions pour lesquelles un fil donné peut résister à N répétitions d'efforts avant de se rompre.

A. Cas où toutes les éprouvettes se sont rompues.

On a remarqué expérimentalement qu'en envisageant les logarithmes des résultats (nombres de cycles à rupture) et la moyenne arithmétique des logarithmes, on obtenait une répartition plus symétrique des résultats autour de la moyenne des logarithmes que celle obtenue en considérant les nombres de cycles à rupture et leur moyenne arithmétique.

L'écart type n'ayant une signification que pour une répartition symétrique et normale ⁽²⁾ (résultats répartis suivant une loi bien déterminée (loi de Gauss) autour de la moyenne), on a jugé pré-

férable d'envisager dans tous nos calculs les logarithmes des résultats. La répartition de ceux-ci pour un nombre de cycles de l'ordre de 100 000 pourra être considérée comme obéissant à une loi normale.

On a donc procédé de la manière suivante pour chaque série de résultats d'essais de fatigue.

a) Calcul de la moyenne arithmétique des loga-

$$\text{rithmes } \sum \frac{\log N}{n} = \overline{\log N'}$$

⁽¹⁾ Il existe des tables des valeurs du facteur de Student dans tous les livres de statistique. (Cfr. *Introduction to modern statistical methods*, by P.R. Rider).

⁽²⁾ La répartition gaussienne ou normale des résultats est une répartition symétrique autour de la moyenne et obéissant à la loi : la probabilité d'un écart donné entre un résultat individuel et la moyenne des résultats est d'autant plus petite que cet écart est grand en valeur absolue (diagramme A - fig. 2).

b) Calcul de l'écart type sur les logarithmes

$$\sigma = \frac{1}{b_n} \sqrt{\frac{\sum (\log N - \overline{\log N'})^2}{n}}$$

c) Détermination des limites de confiance à 95 % sur la moyenne arithmétique

$$\overline{\log N'} \pm t_{(95,n)} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$(S = \sqrt{\frac{\sum (\log N - \overline{\log N'})^2}{n-1}})$$

B Cas où toutes les éprouvettes ne se sont pas rompues après un nombre de cycles fixé à l'avance.

Certains résultats de la série d'essais étant indéterminés, les calculs de la moyenne arithmétique des résultats et de l'écart type, comme dans le premier cas, ne sont plus possibles. Pour obtenir une valeur de la tendance centrale de la série de résultats et de sa dispersion, on procèdera selon le procédé graphique suivant :

a) on établira le tableau suivant en partant de la plus petite valeur N,

N° d'ordre	Nombre de cycles à rupture : N	Log. N	N° d'ordre divisé par n + 1
1	N ₁	log N ₁	1/n + 1
2	N ₂	log N ₂	2/n + 1
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
i	N _i	log N _i	i/n + 1
—	—	—	—
—	—	—	—
n - 3	N _n - 3	log (N _n - 3)	n - 3/n + 1
n - 2	N _n - 2	log (N _n - 2)	n - 2/n + 1
n - 1	indéterminé	indéterminé	n - 1/n + 1
n	indéterminé	indéterminé	n/n + 1

b) on porte les résultats des colonnes 3 et 4 sur un diagramme gaucho-métrique ⁽³⁾ (diagramme B - fig. 3). L'utilisation de ce diagramme nous permet de voir si en bonne approximation on a affaire à une répartition normale des résultats; en effet, dans ce cas, en portant en ordonnée les résultats obtenus et, en abscisse, le nu-

⁽³⁾ Le diagramme gaucho-métrique porte l'échelle des abscisses étalonnée suivant la loi de Gauss et l'échelle métrique pour les ordonnées.

DIAGRAMME A

Exemple de courbe gaussienne ou normale

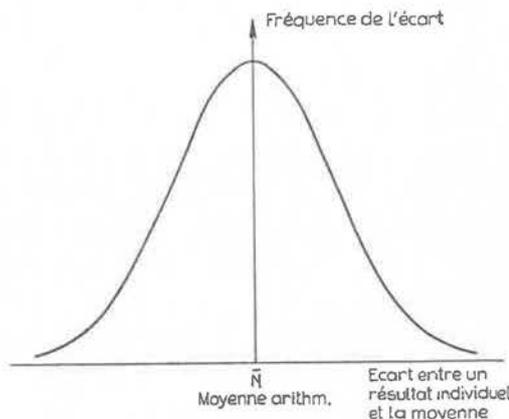


Fig. 2.

méro d'ordre du résultat divisé par n + 1 exprimé en %, les points se rangent approximativement sur une droite.

c) La droite une fois tracée, il est possible de tirer de ce diagramme une estimation graphique de la médiane des log des résultats : M'; cette valeur médiane étant déterminée par l'intersec-

tion de la droite obtenue avec la parallèle à l'axe des ordonnées passant par le point d'abscisse 50 %, (en effet, par définition, la médiane d'une série de mesures est une valeur telle que 50 % des résultats lui sont inférieurs et 50 % supérieurs) (diagramme B - fig. 3).

d) Estimation graphique de l'écart type σ.

Les propriétés du diagramme gaucho-métrique sont telles que l'écart type σ peut être obtenu en faisant la différence des ordonnées des points d'ab-

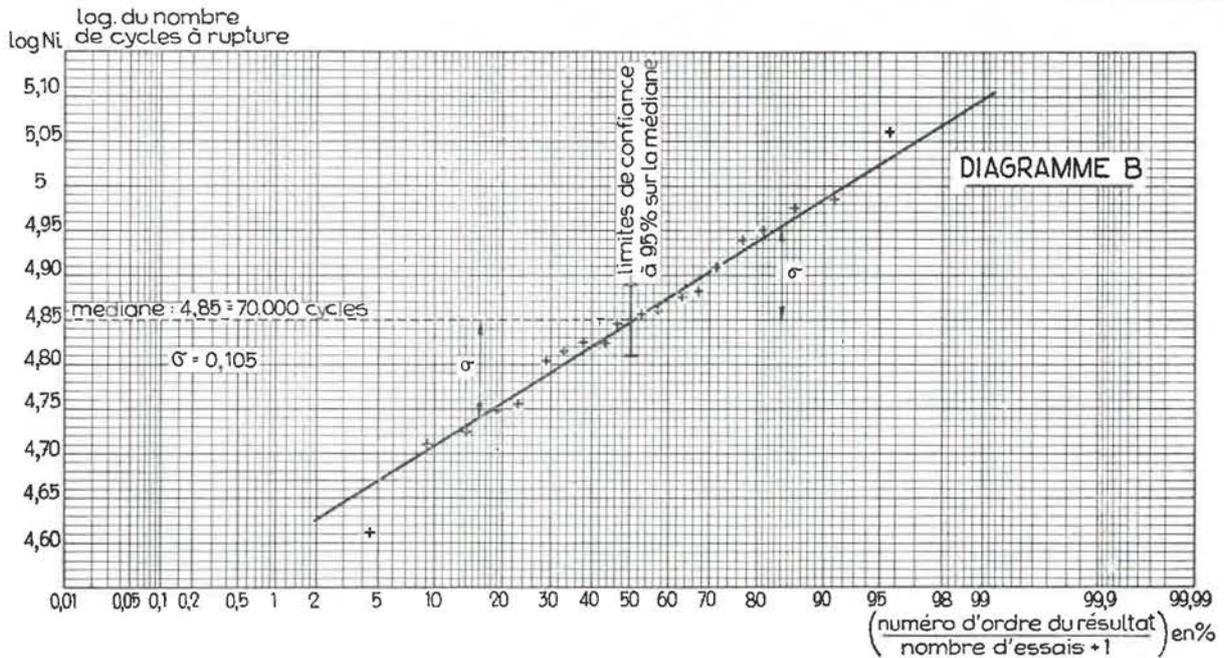


Fig. 3.

scisse 50 % et 84 % (ou 16 %) (diagramme B - fig. 3).

e) Possédant la valeur médiane de la série de mesures et une estimation de σ , il est possible de déterminer un intervalle de confiance sur la médiane M' au moyen de la formule

$$M' \pm t_{(90, \infty)} (\sigma / \sqrt{n}) 1,25$$

f) Il est aussi possible de déterminer le log du nombre de cycles ($\log N$) en deçà duquel on peut s'attendre en moyenne à trouver un certain pourcentage d'éprouvettes rompues.

Remarque : Cette méthode peut évidemment être utilisée dans le cas où toutes les éprouvettes sont rompues; elle présente l'avantage d'être plus rapide que la méthode 1, mais les résultats obtenus sont un peu moins précis.

g) Le diagramme illustre clairement qu'il est indifférent de posséder ou non la valeur numérique des quelques derniers résultats.

Ci-après, un exemple d'une série de 20 fils où il y a eu rupture pour tous les fils.

Le tableau 1 nous donne les résultats obtenus par calcul. Le diagramme B (fig. 3). donne les résultats obtenus graphiquement. Comme on peut le constater, les résultats obtenus graphiquement concordent très bien avec ceux obtenus par calcul. Dans le cas où certains résultats manquent (par suite d'éprouvettes non rompues), la méthode graphique s'impose en raison de l'impossibilité de calculer la moyenne arithmétique des résultats.

Exemple ci-joint :

Calcul	Graphique
Moyenne : 69.820	70.000
σ : 0,102	0,105

Tableau 1
FICHE STATISTIQUE
Essais de fatigue sur fils — Vibrophore.

N° de l'essai	Nombre de cycles $\times 100 = N$	$\log N$	Ecart entre les résultats et la moyenne arithmétique	Carré de l'écart	N° d'ordre pour la représentation graphique
1	67	4,8261	0,0178	0,0003	9
2	69	4,8388	0,0051	0,0000	10
3	86	4,9345	0,0906	0,0082	16
4	66	4,8195	0,0244	0,0006	8
5	93	4,9685	0,1246	0,0155	18
6	103	5,0128	0,1689	0,0285	20
7	88	4,9445	0,1006	0,0101	17
8	76	4,8808	0,0369	0,0014	14
9	53	4,7243	0,1196	0,0143	3
10	51	4,7076	0,1363	0,0186	2
11	57	4,7560	0,0879	0,0077	5
12	65	4,8129	0,0310	0,0010	7
13	56	4,7482	0,0957	0,0092	4
14	41	4,6128	0,2311	0,0534	1
15	64	4,8062	0,0377	0,0014	6
16	72	4,8573	0,0134	0,0002	11
17	72	4,8573	0,0134	0,0002	12
18	82	4,9138	0,0699	0,0049	15
19	75	4,8751	0,0312	0,0010	13
20	96	4,9823	0,1384	0,0192	19
$\Sigma \log =$		96,8793		0,1957	

$$\Sigma \frac{\log}{n} = 4,8439 = \overline{\log N'}$$

$$\overline{N'} = 69,820 \text{ cycles}$$

$$\sigma = \frac{1}{b_{20}} \sqrt{\frac{0,1957}{20}} = 0,102$$

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0,021$$

Limites de confiance à 95 % sur $\overline{N'}$ de 63.500 à 77.000 cycles.

4. Résultats obtenus lors des essais préliminaires.

4.1 Essais sur 25 fils neufs galvanisés de 2 mm de diamètre et de résistance unitaire égale à 195 kg/mm².

Les fils sont redressés par traction jusqu'au voisinage de leur limite élastique, ensuite ils sont écrouis sur les parties enserrées dans les mordaches afin d'éviter les ruptures aux amarres. Dans ces conditions et jusqu'à nouvel ordre, on ne prendra en considération que les ruptures trouvées hors de ces parties écrouies.

Les tensions d'essais maximum et minimum sont respectivement de 102 kg/mm² et de 25,5 kg/mm².

La moyenne arithmétique des logarithmes des nombres de cycles à rupture est $\overline{N'} = 137.000$.

L'écart type sur les log : $\sigma = 0,181$.

En faisant la distinction entre les ruptures en pleine éprouvette et les ruptures aux amarres, on obtient les résultats suivants :

	$\overline{N'}$	$\overline{\log N'}$	σ	n
ruptures aux amarres :	140.000	5,14613	0,21	13
ruptures en pleine éprouvette :	128.000	5,10721	0,175	12

Conclusions.

Si l'on s'attache à ces deux derniers résultats, le critère de Snedecor (test F) montre que les différences des σ sont absolument normales; en effet

$$F = S^2 \text{ max} / S^2 \text{ min} = 1,4.$$

D'autre part en faisant l'hypothèse de nullité, on peut vérifier que les différences obtenues sur les moyennes sont dues au hasard. Pour cela, on peut calculer le σ de l'ensemble des deux populations au moyen de la formule :

$$\sigma^2 = \frac{n_1 \sigma_1^2 + n_2 \sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

où n_1 = nombre de fils dans l'essai (1)

σ_1 = écart type de (1)

n_2 = nombre de fils dans l'essai (2)

σ_2 = écart type de (2)

on trouve un $\sigma = 0,20$.

L'écart type sur la différence des moyennes vaut : $\sigma_{\text{diff.}} = 0,09$.

La différence entre les moyennes vaut :

$$\overline{\log N'_1} - \overline{\log N'_2} = 0,03892$$

est petit par rapport à cet écart type; dès lors, cette différence n'est pas significative.

On peut en conclure que les ruptures en pleine éprouvette et les ruptures aux amarres ne donnent pas de différences significatives quant à leurs moyennes arithmétiques et écarts types, tout au moins sur des séries comptant au maximum 13 éprouvettes et dans les limites de précision acceptables dans cette étude. Dès lors, on ne fera plus la distinction entre les deux types de rupture. A noter d'ailleurs que l'on est parvenu, par la suite, à éliminer presque complètement les ruptures aux amarres.

4.2 Essais sur 19 fils neufs en acier clair.

Diamètre : 2,85 mm.

Résistance unitaire : 190 kg/mm².

Limites des tensions :

limite supérieure : 112,5 kg/mm²,

limite inférieure : 55,5 kg/mm².

2 éprouvettes ne se sont pas rompues après un nombre de cycles supérieur à 10⁶.

On trouve une valeur médiane du nombre de cycles : 112 000 et un écart type $\sigma = 0,416$.

Remarque : Les fils galvanisés dont il sera question dans cette étude seront toujours des fils poligalvanisés.

4.3 Dans ces deux séries d'essais, on constate une dispersion importante des résultats dont les causes ont dû être étudiées comme suit :

La dispersion des résultats dépend de divers facteurs dont les principaux sont les suivants :

- 1) dispersion due à l'hétérogénéité des fils;
- 2) dispersion provenant du dérèglement des charges d'essais pendant la durée de l'essai;
- 3) dispersion propre à l'opérateur;
- 4) dispersion provenant du dressage imparfait des fils;
- 5) dispersion due au serrage des amarres;
- 6) dispersion due à l'imprécision de lecture des charges max. et min. supportées par les fils.

Les mesures suivantes ont été prises afin de réduire cette dispersion.

- 1) Dressage soigné des fils.
- 2) Encastrement des extrémités des fils entre 2 lamelles de cuivre d'épaisseur calibrée corres-

pendant à chaque diamètre de fils, ceci afin d'éviter les ruptures aux amarres.

- 3) Amarrage parfait des fils dans les mâchoires, éviter les oscillations latérales de celles-ci, ce qui introduirait un effet de flexion supplémentaire dans le fil.
- 4) Réglage continu de la charge pendant les essais effectué au moyen d'un mainteneur de charges manuel, appareil destiné à corriger à tout moment les contraintes exercées sur les éprouvettes.

Selon le constructeur, en se conformant rigoureusement à ces recommandations, la dispersion des résultats ne provient plus en majeure partie que de l'hétérogénéité des lots de fils, c'est-à-dire blessures superficielles, structures différentes, etc.

Il est cependant à remarquer que, pour des fils à haute résistance, l'influence de l'état de surface prend une importance particulièrement grande dans les essais de fatigue; il en résulte que la dispersion des résultats due à l'état des fils eux-mêmes sera importante.

4.4 D'autre part, on s'est posé la question de la constance des efforts sur les fils.

Un relevé photographique des amplitudes des forces au début d'un essai et après 45 minutes (fig.

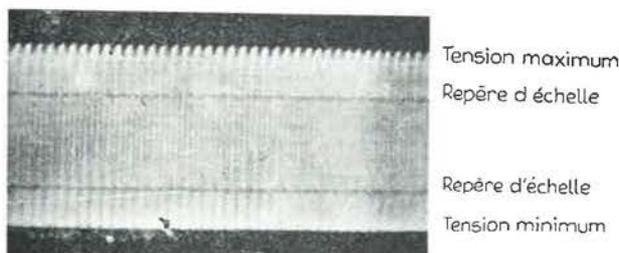


Fig. 4.

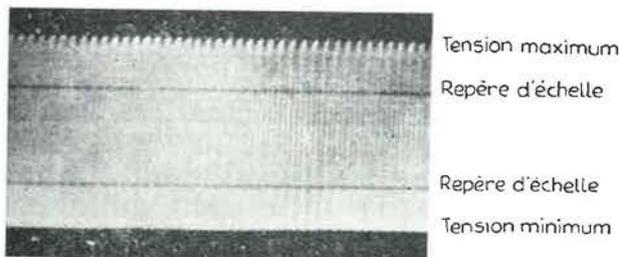


Fig. 5.

4 et 5) a montré une parfaite constance des efforts au cours des essais, le mainteneur de charge étant en service.

On voit en effet sur la photo apparaître la sinusoïde décrivant les efforts exercés sur le fil; cette sinusoïde est très resserrée dans le temps vu la fréquence élevée des pulsations, mais on observe

que les sommets des sinusoïdes restent à un niveau de tension parfaitement constant dans le temps.

On a parfois constaté qu'un réglage défectueux de la machine pouvait amener des fluctuations lentes dans ces niveaux de tensions.

Si l'on prend donc les précautions d'usage, on peut être assuré que les tensions imposées restent constantes pendant la durée de l'essai. Reste comme facteur de dispersion, l'imprécision relative à la lecture de l'échelle.

4.5 En effet, avec le dynamomètre de 400 kg en faisant les lectures au 1/2 mm, on peut apprécier une différence de charge de 2 kg. Avec le dynamomètre de 2 tonnes, dans les mêmes conditions, on peut apprécier une différence de charge de 10 kg seulement.

Afin de faire une lecture plus précise des contraintes maxima et minima supportées par les fils, on a placé un microscope pouvant se déplacer parallèlement à l'échelle graduée du vibrophore. L'objectif de ce microscope étant gradué, il était possible de lire les tensions à 1/20^{me} de graduation de l'échelle du vibrophore (à 0,2 kg près pour le dynamomètre de 400 kg et à 1 kg près pour le dynamomètre de 2 tonnes).

On a fait des essais portant sur 46 fils en utilisant le microscope et sur 20 fils sans microscope, tous les fils provenant d'un même lot.

Les résultats ont été les suivants :

sans microscope	avec microscope
\bar{N} : 45.460 cycles	45.420 cycles
σ : 0,0923	0,0971

On ne constate aucune différence significative dans la valeur moyenne du nombre de cycles ou dans la dispersion des résultats. On peut donc affirmer que la dispersion des résultats due à l'imprécision des lectures des contraintes maxima et minima supportées par les fils rentre pour une faible part dans la dispersion totale observée qui représente donc de façon convenable l'hétérogénéité du fil.

4.6 Conclusions.

Le facteur 2) a été réduit par la mise en service du mainteneur de charges.

Les facteurs 3) et 6) ont pu être réduits avec l'entraînement de l'opérateur et l'éventuelle utilisation du microscope.

Le facteur 4) a pu également être réduit par l'étirement des fils dans une machine de traction, au voisinage de leur limite élastique. Quant au facteur 5), l'utilisation de la clé dynamométrique annule dans une large mesure la dispersion due à un serrage irrégulier des mordaches.

Le constructeur de la machine considère qu'en se conformant aux mesures signalées ci-dessus, des essais effectués sur des séries de 20 éprouvettes doivent être suffisants pour arriver à une précision acceptable.

5. Essais effectués avec mainteneur de charges sur des fils usagés et sur des fils neufs.

A la suite d'essais effectués sur 13 groupes de 20 fils usagés et neufs, on constate que :

- 1) la dispersion des résultats est nettement plus forte pour les fils usagés que pour les fils neufs.
- 2) une comparaison faite entre des fils neufs et des fils usagés de 2 mm de diamètre et de résistance unitaire égale à 190 kg/mm² — les tensions max. et min. étant les mêmes — donne les résultats suivants :

Fils usagés : $M' = 116\ 000$ $\sigma = 0,30$

Fils neufs : $\bar{N}' = 165\ 000$ $\sigma = 0,176$

En considérant les écarts types de ces deux séries, on constate la grande dispersion qui règne dans les essais sur fils usagés et qui traduit d'ailleurs très bien les dégradations de surface.

On constate aussi que les fils usagés donnent une moyenne plus faible que les fils neufs comme il fallait s'y attendre.

A la suite de ces essais, il est apparu que la dispersion des résultats des essais sur fils usagés rend indispensable un nombre élevé d'essais afin de pouvoir déduire une valeur moyenne du nombre de cycles à rupture avec une précision acceptable. Dans ces conditions, il a fallu renoncer à prévoir des essais sur fils usagés, car il devenait impossible de prélever sur un câble en service un nombre suffisant de fils, par exemple 25 fils, sans altérer outre mesure la résistance de celui-ci. C'est le seul obstacle qui empêche les essais au vibrophore

d'être utilisés pour suivre l'évolution du fil quant à sa résistance à la fatigue en fonction de son temps de service.

6. Modification de la recherche.

Il a donc fallu abandonner une partie du but initial de cette recherche, partie qui tendait à mesurer les propriétés d'un fil en fonction de son temps de service.

Il est apparu d'autre part que les résultats obtenus à ce moment étaient très encourageants en ce qui concerne la poursuite d'une étude axée sur les fils neufs pour lesquels il est facile de prélever un grand nombre d'échantillons.

L'essai de fatigue est précieux en ce sens qu'il reproduit un type de sollicitation qui se produit réellement au cours de la vie d'un câble. Cet essai comble donc une lacune dans les essais de routine actuels.

L'essai de fatigue est encore précieux en ce sens qu'on le considère unanimement comme le seul essai capable de dépister dans toute la masse de l'éprouvette le point le plus faible.

C'est donc un essai à portée microscopique, appliqué à un volume de matière important et fournissant un jugement sous forme de nombres contrairement aux examens métallographiques.

Dans ces conditions, c'eût été dommage de ne point exploiter ces avantages et il fut décidé de reporter l'étude sur les fils neufs.

On s'est donc proposé de rechercher comment les essais de fatigue sur fils neufs pourraient servir de critère de qualité du fil.

7. Essais effectués sur fils neufs exclusivement.

7.1 Essai I.

Onze séries d'essais ont été faites sur des fils clairs et galvanisés de résistances unitaires diver-

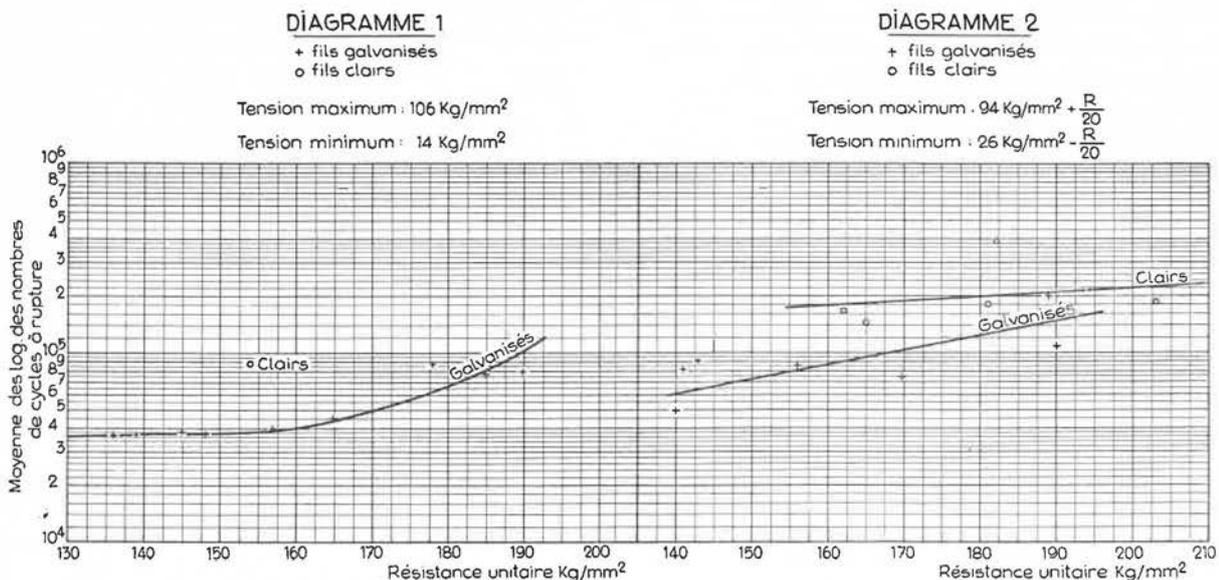


Fig. 6.

ses, de diamètres voisins de 2 mm. Les limites de tensions étant respectivement égales à 14 kg/mm² et 106 kg/mm² pour tous les essais.

En comparant les résultats obtenus pour ces 11 séries et en portant en graphique le nombre moyen de cycles à rupture pour chaque série, en fonction de la résistance unitaire des fils, on trouve que la résistance à la fatigue des fils augmente, dans une faible mesure, avec la résistance unitaire de ceux-ci (diagramme 1 - fig. 6).

7.2 De cette constatation, est venue l'idée de chercher quelle relation pourrait exister entre la résistance unitaire et la durée d'un fil.

A cet effet, une seconde série d'essais a été entreprise et il en sera question plus loin.

7.3 Les résultats fournis par les fils clairs et galvanisés apparaissent fort différents. On a donc décidé pour la suite de séparer les résultats obtenus sur fils clairs et sur fils galvanisés et d'étudier séparément ces deux espèces.

La dispersion des résultats a diminué sensiblement comparativement aux essais antérieurs; ceci est dû aux précautions signalées plus haut qui ont été respectées et en partie aussi au choix des contraintes max. et min., celles-ci donnant lieu à un nombre de cycles à rupture beaucoup plus faible que précédemment, ce qui fait diminuer la dispersion.

Il est à remarquer que la dispersion des deux séries de fils clairs est supérieure à celle des fils galvanisés, comme déjà constaté précédemment.

7.4 Essais II.

Partant de la constatation ci-dessus que la durée d'un fil ne dépendait que peu de sa résistance unitaire, on a entrepris une série d'essais avec fils de résistances unitaires différentes et en sollicitant ces fils suivant une fonction croissante de la résistance unitaire, l'idée étant la suivante : *sous quelles tensions faut-il solliciter des fils de résistances différentes pour qu'ils montrent la même durée ?*

A cet effet, au lieu de garder fixes les tensions d'essais maxima et minima, on a étendu l'écart entre ces tensions en fonction directe de la résistance unitaire du fil et on a choisi arbitrairement d'augmenter cet écart proportionnellement à 1/20 de cette résistance unitaire.

Les résultats obtenus de cette façon sont repris au diagramme 2 (fig. 6).

Ces essais ont donc été effectués avec des limites de tension respectivement égales à $94 + R/20$ et $26 - R/20$.

En considérant le diagramme 2 (fig. 6), une première constatation s'impose : la différence des résultats fournis, d'une part, par les fils clairs et,

d'autre part, par les fils galvanisés, qui était d'ailleurs apparue précédemment.

Les fils clairs ont une résistance à la fatigue nettement plus élevée. Concernant les fils galvanisés, le nombre de cycles à rupture est encore une fonction croissante de la résistance unitaire, mais moins cependant que dans les conditions de sollicitation indépendante de la résistance.

En cours d'essais, on a remarqué que le nombre de ruptures aux amarres est beaucoup plus élevé pour les fils clairs que pour les fils galvanisés; ceci est vraisemblablement dû au fait que ces derniers ont un revêtement protecteur de zinc qui les protège dans les amarres.

8. Choix d'une orientation pour les essais ultérieurs.

Comme le montrent les diagrammes précédents, il apparaît que l'augmentation des tensions dans la proportion de $R/20$ n'a pas sensiblement changé le rapport existant entre la charge de rupture et la durée.

Si l'on pouvait trouver une formule en R/K (K à déterminer) telle que la durée observée ne dépende plus de la résistance unitaire R , on obtiendrait un critère facile et unique de qualité des fils, critère consistant à dire : sollicité entre $26 - R/K$ et $94 + R/K$, un fil d'acier dur ne doit pas rompre en moyenne à l'essai de fatigue avant N cycles (N à préciser).

L'intérêt pratique d'un tel critère apparaît immédiatement; on a donc dirigé les essais dans ce sens et appliqué, après quelques tâtonnements, des limites de tensions respectivement égales à :

$$\boxed{94 + R/9 \text{ et } 26 - R/9} \quad \text{kg/mm}^2.$$

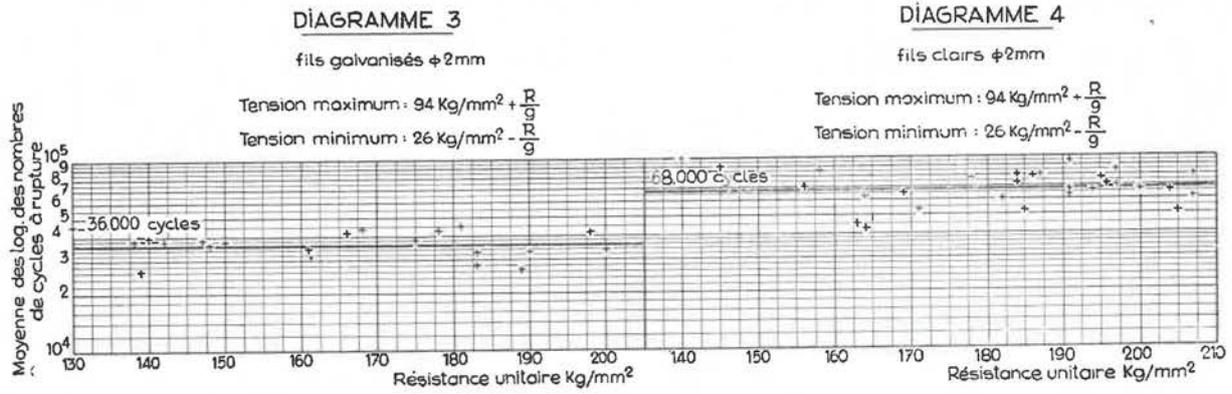
Les essais suivants ont également été faits avec le maximum de soin : réglage constant des contraintes pendant les essais, amarrage correct des fils, etc..., les essais ont porté sur fils de 2 mm et sur fils de 3 mm, car on a supposé que le nombre de cycles à rupture est influencé par le diamètre du fil.

9. Essais réalisés entre les limites de tensions $94 + R/9$ et $26 - R/9$.

9.1 Fils galvanisés de 2 mm de diamètre.

24 séries de 20 fils, de résistances unitaires diverses, ont été soumises à l'essai de fatigue entre les limites de tensions signalées ci-dessus.

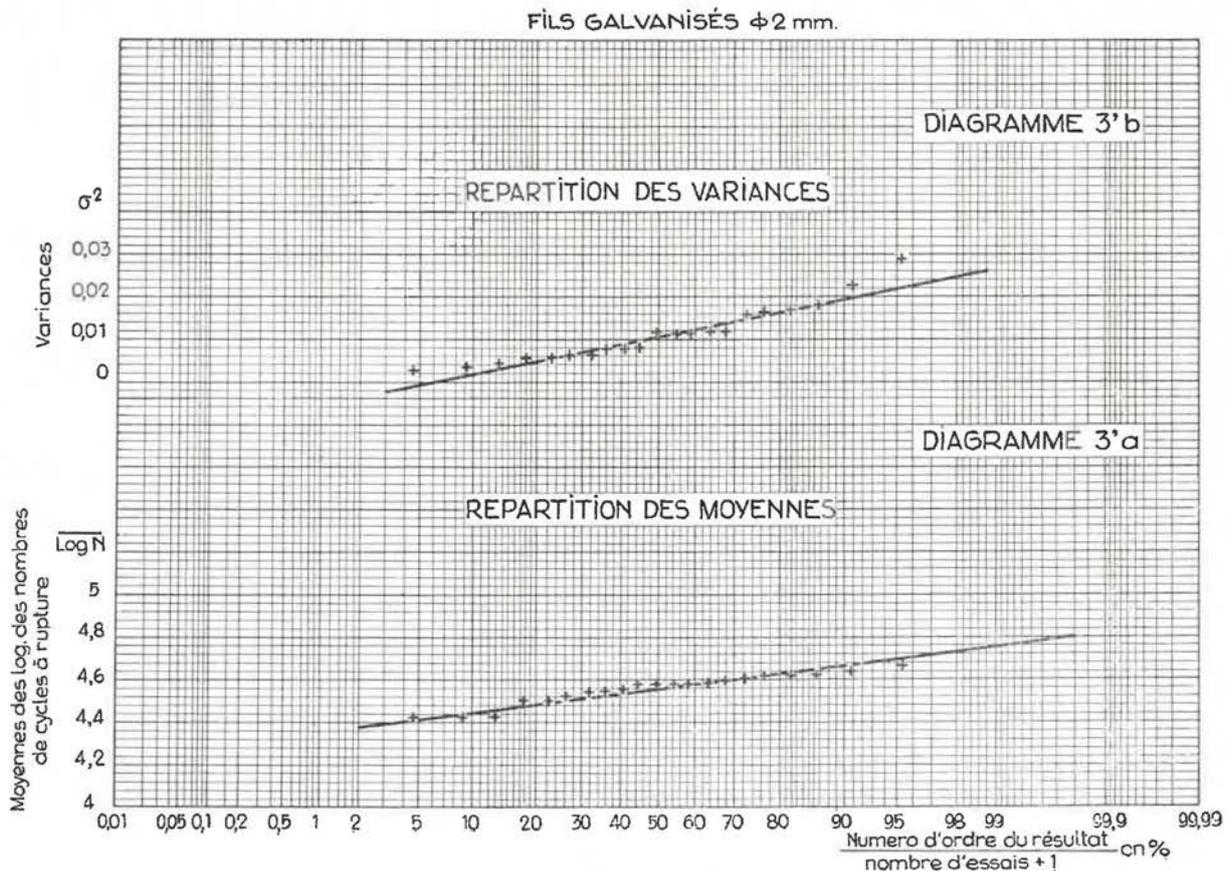
Sur le diagramme 3 (fig. 7), nous avons porté les moyennes logarithmiques de chaque série de 20 fils ($\Sigma \log N/20$) en fonction de la résistance unitaire des fils.



Nous voyons que ces divers résultats se groupent approximativement suivant une horizontale; autrement dit : le nombre moyen de cycles à rupture semble indépendant de la résistance unitaire des fils, dans les conditions d'essais définies plus haut.

A la suite de cette constatation, il devenait légitime de supposer que toutes ces séries appartenaient à une même population de fils, chose qui n'était pas évidente a priori vu les différentes provenances et résistances des fils essayés. Pour vérifier le bien fondé de cette hypothèse, nous avons placé les diverses moyennes sur un diagramme gaussio-métrique (diagramme 3'a, fig 8) et avons observé qu'elles se mettent sur une droite, ce qui signifie que leur répartition répond à une loi nor-

naient à une même population de fils, chose qui n'était pas évidente a priori vu les différentes provenances et résistances des fils essayés. Pour vérifier le bien fondé de cette hypothèse, nous avons placé les diverses moyennes sur un diagramme gaussio-métrique (diagramme 3'a, fig 8) et avons observé qu'elles se mettent sur une droite, ce qui signifie que leur répartition répond à une loi nor-



male. Ce résultat n'a d'ailleurs été obtenu qu'après suppression de trois séries d'essais qui, déjà à vue d'œil, avaient donné des résultats nettement en dehors des limites couramment observées.

Cette constatation nous permet de considérer les moyennes des différentes séries d'essais comme répondant à une répartition normale et, dès lors, de procéder à tous les calculs d'usage dont les conséquences seront développées plus loin.

On pouvait se demander si cette normalité des moyennes n'était pas simplement le résultat d'une normalité de l'ensemble des résultats d'essais individuels (nombres de cycles à rupture de chaque fil).

Pour vérifier la normalité de l'ensemble des résultats (420 fils), nous avons appliqué le X^2 test qui nous a donné un résultat tout à fait satisfaisant ($X^2 = 6,3$ pour $n = 7$).

En conséquence, on admettra, pour les essais futurs, que la répartition des résultats d'essais de fatigue, dans les conditions d'essais stipulées ci-dessus, est *logarithmico-normale*; il est donc possible de déduire les résultats suivants pour les fils galvanisés de 2 mm de diamètre.

- 1) 50 % des fils résistent à un nombre de cycles égal à 36 000, 36 000 cycles étant la moyenne log. des nombres de cycles à rupture des 420 fils envisagés, soit $\approx \log N/420$.
- 2) La meilleure estimation de l'écart type de la population est donnée par la formule :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum n_i \sigma_i^2}{n - k}} = 0,1050$$

où n_i : nombre de fils dans la série i
 σ_i : écart type de la série i
 n : nombre total d'essais
 k : nombre de séries.

- 3) La moyenne log. aura 95 % de chance de se trouver dans l'intervalle $\bar{N} \pm t_{(95,420)} \sigma / \sqrt{n}$, soit entre 35 130 cycles et 36 800 cycles.
- 4) 95 % des résultats individuels se trouveront dans une zone s'étendant de 22 180 cycles à 58 320 cycles ($\bar{N} \pm t_{(95,\infty)} \sigma$).

9.2 Il est donc possible dès à présent, après avoir soumis une série quelconque de fils de 2 mm, galvanisés, aux essais de fatigue, de dire si les résultats obtenus sont plus élevés ou moins bons que la moyenne normalement attendue. Par exemple, si la moyenne des essais de cette série s'élève à 40 000 cycles, les fils pourront être qualifiés d'exceptionnellement bons.

Après avoir tiré diverses conclusions concernant les moyennes des séries d'essais, il est intéressant, à présent, d'étudier la dispersion de celles-ci; en

effet, la dispersion des résultats d'une série d'essais est une mesure de l'homogénéité du lot de fils essayés et, par la même, constitue un facteur de qualité de toute première importance.

La variance étant la mesure de la dispersion des essais la plus convenable à utiliser pour ce but, on a porté sur le diagramme gaussométrique 3'b (fig. 8) les variances des séries de 20 fils. Comme on pouvait s'y attendre en raison de la normalité de la population, les points représentatifs se répartissent selon une droite; il est possible de déduire de ce diagramme une valeur moyenne de la variance égale à 0,01.

On pourrait donc, sans aller plus loin, considérer une série dont la variance (dispersion) serait de 0,001, comme exceptionnellement homogène.

Les propriétés ci-dessus concernant la moyenne et la variance sont de toute première importance pour déterminer un système d'acceptation ou de refus des fils sur la base d'essais de fatigue. Il est en effet à remarquer que de nombreuses ruptures de fils en service ont la fatigue comme origine et que, d'une façon générale, celle-ci joue un rôle non négligeable dans le processus de dégradation des câbles; il en résulte que la résistance à la fatigue des fils de câbles constitue un *facteur essentiel* pour juger de la qualité de ceux-ci et que les essais de fatigue reflètent une réalité et non pas une propriété théorique discutable.

9.3 A la base de tout système d'acceptation ou de refus des lots de fils, il faut se fixer :

- 1) le nombre de fils à soumettre à l'essai de fatigue;
- 2) des limites de tolérance pour la moyenne de la série;
- 3) la dispersion maximum admise, mesurée à l'aide de la variance ou de l'écart type.

Il suffit de se donner une limite inférieure d'acceptation pour la moyenne : une trop grande résistance à la fatigue ne pourrait nuire, en aucune sorte, à la bonne tenue du câble; de même il suffit de donner une limite supérieure pour la variance, c'est-à-dire pour l'hétérogénéité du lot de fils.

Prenant comme base les résultats acquis au cours des essais ci-dessus, on constate, d'après le diagramme 3'a (fig. 8), que 95 % des moyennes des séries de 20 fils sont supérieures à 26 000 cycles et que, d'autre part, 95 % des variances sont inférieures à 0,021 (diagramme 3'b, fig. 8).

On peut donc raisonnablement proposer pour limite d'acceptation les deux conditions suivantes :

- 1) $\bar{N} \geq 26\ 000$ cycles
- 2) $\sigma^2 \leq 0,021$.

Néanmoins, il semble préférable de prévoir une zone de tolérance et d'adopter les limites légèrement modifiées suivantes :

Conditions d'acceptation :

- 1) $\bar{N}^2 \geq 26\ 000$ $\sigma^2 \leq 0,021$
- 2) $\bar{N}^2 \geq 26\ 000 - 10\ \%$ $\sigma^2 \leq 0,021$
- 3) $\bar{N}^2 \geq 26\ 000$ $\sigma^2 \leq 0,021 + 10\ \%$

Une des trois conditions doit être réalisée.

Ces conditions sont un peu moins sévères que les précédentes et permettent une plus grande souplesse dans l'acceptation ou le refus d'un lot de fils.

En effet, une moyenne légèrement inférieure est tolérée si la dispersion ne dépasse pas la limite admise et, inversement, une dispersion un peu trop élevée est acceptable si la moyenne des résultats est suffisante.

Les conditions imposées d'une part à la moyenne et d'autre part à la variance s'avèrent nécessaires pour obtenir un lot de fils dont la résistance à la fatigue est suffisante et dont on peut être assuré que l'hétérogénéité n'excède pas certaines limites admissibles.

Les résultats obtenus jusqu'à présent sont tous basés sur des séries de 20 fils, néanmoins, il semble que des séries de 12 fils donneront, pour les

essais de routine, des résultats d'une précision acceptable en réduisant sensiblement le temps des essais. En raison de la dispersion des résultats, un nombre d'essais inférieur à 10 serait nettement insuffisant.

9.4 Essais sur fils clairs de 2 et 3 mm de diamètre.

Les résultats portent sur 29 séries de fils clairs de 2 mm de diamètre.

Sur le diagramme 4 (fig. 7), on a porté les moyennes des log. des nombres de cycles à rupture des 29 séries de fils en fonction de leurs résistances unitaires respectives.

On peut tirer de ce diagramme les remarques suivantes :

1) L'état de sollicitation défini par les tensions limites : $94 + R/9$ et $26 - R/9$ conduit, pour les fils clairs de 2 mm de \varnothing environ, à une durée de vie sensiblement indépendante de la résistance unitaire du métal (dans les limites expérimentées de 140 à 220 kg/mm²) ;

2) Comme dans le cas des fils galvanisés de 2 mm de diamètre, l'ensemble des résultats des essais de fatigue portant sur 580 fils clairs, constitue une population logarithmico-normale (le χ^2 test donnant le résultat suivant :

$$\chi^2 = 7,9 \text{ pour } n = 7);$$

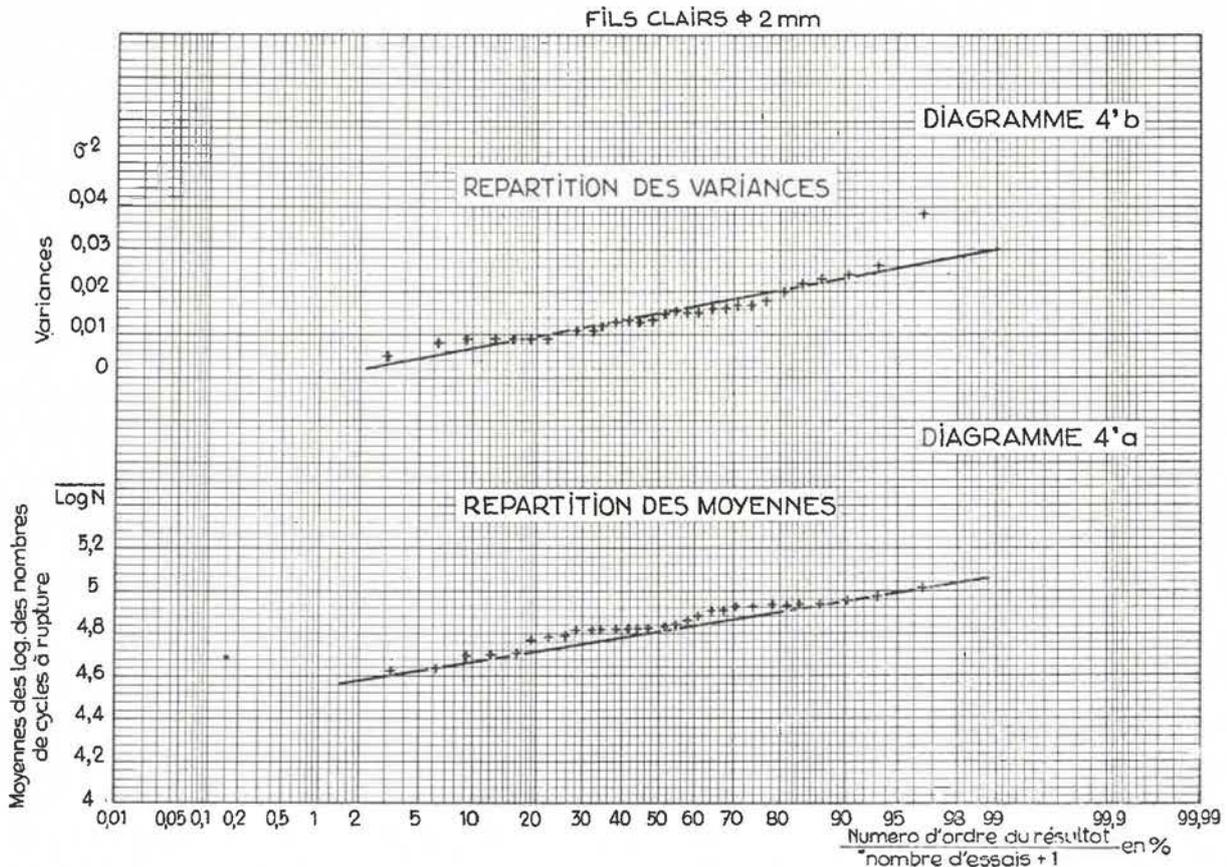


Fig. 9.

3) Les répartitions des moyennes et des variances sont normales (diagramme 4'a et 4'b; fig. 9);

4) La moyenne des log. des nombres de cycles à rupture des 580 fils est égale à 68 350 cycles;

5) L'écart type σ vaut 0,1260;

6) Il y a 95 % de chance pour que la moyenne de la population constituée par les résultats des essais sur fils de 2 mm clairs soit comprise entre 66 760 et 70 000 cycles ($\bar{N}' \pm t_{(95,600)} \sigma / \sqrt{n}$);

7) 95 % des résultats individuels se trouvent compris entre 38 260 et 122 000 ($\bar{N}' \pm t_{(95,\infty)} \sigma$).

On s'est rapidement aperçu que les fils clairs offraient une résistance à la fatigue nettement supérieure à celle des fils galvanisés.

En conséquence, il faut donc appliquer aux fils clairs des critères de qualité différents de ceux des fils galvanisés.

On a établi les conditions d'acceptabilité suivantes sur la base des résultats obtenus (diagramme 4'a et 4'b - fig. 9).

Conditions d'acceptabilité :

- 1) $\bar{N}' \geq 44\ 000$ $\sigma^2 \leq 0,025$
- 2) $\bar{N}' \geq 44\ 000$ $\sigma^2 \leq 0,025 + 10\ %$
- 3) $\bar{N}' \geq 44\ 000 - 10\ %$ $\sigma^2 \leq 0,025$

(95 % des moyennes étant supérieurs à 44 000 et 95 % des variances étant inférieurs à 0,025).

Une des trois conditions doit être réalisée.

Pour les fils clairs, on se fixera également un nombre d'essais égal à 12.

9.5 Essais réalisés sur fils clairs de 3 mm de diamètre.

1) Les limites de tensions $94 + R/9$ et $26 - R/9$ donnant lieu pour les fils de 2 mm à un nombre de cycles à rupture *indépendant* de la

résistance unitaire des fils.

La formule en $R/9$ ne convient donc pas pour les fils de 3 mm.

2) Toutes les moyennes des séries se trouvent en dessous du nombre de cycles à rupture moyen des fils clairs de 2 mm de diamètre ($\bar{N}' = 68\ 350$ cycles).

Les fils de 3 mm se comportent donc différemment des fils de 2 mm : ils offrent, à sollicitation égale, une moins bonne tenue à la fatigue.

Il n'a pas été possible de poursuivre les essais sur fils de 3 mm comme on l'a fait pour les fils de 2 mm. Cependant, il est évident que cette recherche devrait être menée à bonne fin pour pouvoir établir des critères de qualité pour les fils de 3 mm et voir dans quelle mesure ils diffèrent des fils de 2 mm et si, dans ces conditions, l'interpolation de ces critères est possible pour tous les diamètres de fils compris entre 2 et 3 mm.

La même chose est à faire également pour les fils de 1,5 mm .

10. Conclusions.

1) Les limites de tensions $94 + R/9$ et $26 - R/9$ semblent convenir aux fils de 2 mm clairs ou galvanisés; en effet, on obtient bien un nombre de cycles à rupture indépendant de la résistance unitaire des fils; ce résultat est d'autant plus remarquable que l'on a essayé des fils d'origines diverses et que, dès lors, la relation ci-dessus est générale. D'autre part, ceci montre que la résistance à la fatigue augmente nettement moins vite que la résistance à la rupture du métal, en fait elle augmente comme le neuvième de cette dernière.

2) La dispersion des résultats dans une série de fils est plus grande pour les fils clairs que pour les fils galvanisés.

DIAGRAMME 5 - Fils clairs ϕ 3 mm.

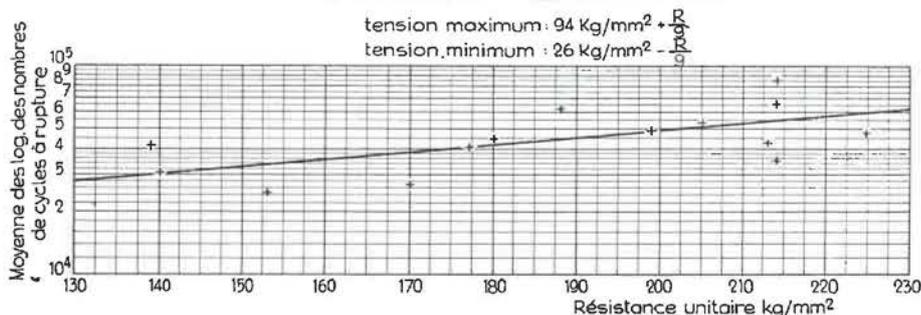


Fig. 10.

résistance unitaire des fils, on a essayé d'appliquer la même formule aux fils clairs de 3 mm. Dans ce dernier cas, comme on peut le constater sur le diagramme 5, (fig. 10), le nombre de cy-

3) La résistance à la fatigue des fils clairs est nettement supérieure à celle des fils galvanisés de même diamètre.

4) Le diamètre du fil influence la résistance à la fatigue, celle-ci semble diminuer avec un diamètre croissant du fil (cfr. fils 3 mm et 2 mm clairs).

5) La dispersion des résultats, bien que considérable, paraît provenir presque totalement de l'hétérogénéité des fils eux-mêmes et constitue en quelque sorte une mesure de l'homogénéité d'un lot de fils.

6) Les résultats obtenus ont permis d'établir un critère de qualité pour les fils neufs.

Ce critère de qualité a pu être décomposé en deux parties : exigences sur la moyenne des essais et exigences sur l'homogénéité des lots de fils; ces exigences aboutiraient au rebut de 10 % environ des lots de fils acceptés jusqu'à présent mais présentant des déficiences importantes dans leur résistance à la fatigue, déficiences qui ne peuvent être mises en évidence par les essais classiques.

7) Ce résultat est certes très important, mais il est possible de tirer plus encore des présents essais; en effet, la question de l'allègement du poids mort étant à l'ordre du jour, pourquoi ne consentirait-on pas à une marche du câble avec coefficient de sécurité réduit dans les cas où les essais de fatigue auraient décelé une résistance à la fatigue des fils meilleure que la normale ?

Une tentative de ce genre ne présenterait aucun danger réel, car il serait possible de suivre l'évolution du câble à l'aide de l'A.C.M.I., comme cela se fait d'ailleurs actuellement dans de nombreux cas de fonctionnement en dérogation.

8) Ces résultats sont limités aux fils d'environ 2 mm; en effet comme il a été signalé ci-dessus, la résistance à la fatigue des fils dépend du diamètre et il serait donc nécessaire de faire des essais sur fils de divers diamètres afin de trouver la formule correcte pour chaque diamètre.

9) En ce qui concerne les fils galvanisés, les présents essais ont montré qu'à l'état neuf, les fils galvanisés résistaient nettement moins bien que les fils clairs; il faut se garder d'extrapoler ce résultat aux conditions de service des câbles, car la dégradation des fils, notamment par corrosion, est retardée pour l'acier galvanisé de sorte qu'en pratique le comportement des deux types de fils dépendra beaucoup des conditions d'agressivité de l'atmosphère des puits.

Dans un puits sec, il ne saurait y avoir avantage à utiliser les fils galvanisés (puisque en l'absence de corrosion, ils ont une moins bonne tenue à la fatigue); en revanche, dans un puits agressif, les fils galvanisés montreront tous leurs avantages.

Le danger de court-circuit dans les réseaux d'électrification du fond (1)

par C. BIHL

Directeur de l'Exploitation, des Etudes et de la Modernisation
aux Houillères du Bassin de Lorraine.

Le récent passé minier a tragiquement rappelé que le court-circuit présente un redoutable danger dans les réseaux d'électrification du fond : à l'origine de la catastrophe de Marcinelle, il y a un court-circuit de câble; d'autres incendies ou débuts d'incendie ont été allumés soit par des courts-circuits de câbles, soit par des courts-circuits survenant dans des appareillages, même antidéflagrants, dont les parois avaient été percées par l'arc.

Il est impensable de nos jours de ne plus électrifier les houillères. Si une évidente mesure de sécurité consiste à installer le réseau d'électrification du fond de manière qu'un court-circuit — malgré tout rare — ne trouve pas devant lui cette longue chaîne de circonstances qui lui permet de se développer en un incendie plus ou moins catastrophique, un remède radical attaquerait le premier maillon de la chaîne : le court-circuit plus ou moins impédant qui dure suffisamment pour devenir dangereux.

Le but de cette note est d'étudier ce problème que certains Règlements d'Exploitation des Mines ignorent complètement et que beaucoup d'exploitants, qui se croient à l'abri derrière une installation de disjoncteurs correctement choisis, soupçonnent à peine.

Nous examinerons tout d'abord la protection contre les courts-circuits entre phases; les Allemands ont à son sujet échafaudé une réglementation qui ne résout cependant pas complètement le problème.

Nous passerons ensuite à l'étude du court-circuit plus spécifiquement minier, c'est-à-dire celui qui naît de mises à la terre qui, suivant le réseau, la tension et le défaut, dégénèrent plus ou moins rapidement en court-circuit et qu'une protection

adéquate devrait éliminer avant d'en arriver là; si cette « earth leakage protection » est depuis pratiquée dans les réseaux du fond anglais à neutre à la terre, elle manquait jusqu'à présent dans les réseaux du fond continentaux qui sont généralement à neutre isolé; une telle protection est actuellement en cours d'essai aux Houillères du Bassin de Lorraine; elle devrait permettre de combler l'une des lacunes de sécurité les plus graves de l'électrification du fond.

* * *

CONCLUSION

Dans l'état actuel de la technique, il semble possible de réduire sensiblement le danger créé par les courts-circuits des réseaux fond et de combler ainsi la lacune de sécurité, peut-être la plus importante de l'électrification du fond.

En ce qui concerne les courts-circuits entre phases, si une construction correcte du matériel d'électrification du fond devait les rendre très rares, il suffit de concevoir des réseaux suffisamment larges et équipés aux points cruciaux avec des engins de coupure suffisants et correctement réglés. La nouvelle réglementation allemande du VDE 118/56 donne dans ce sens des instructions techniques précises, aussi bien pour une protection par fusibles que pour une protection électromagnétique; bien que le nouveau fusible spécial de mine actuellement expérimenté en Allemagne paraisse très séduisant, nous donnerions volontiers la préférence à la protection électromagnétique car elle met en place les disjoncteurs dont on aura besoin pour réaliser une protection contre les défauts monophasés avant que ceux-ci ne dégénèrent en courts-circuits.

Nous voyons en effet la principale origine des courts-circuits des réseaux du fond dans ces défauts à la terre qui évoluent plus ou moins rapidement vers le court-circuit long et impédant :

(1) Résumé et conclusions d'un important rapport de même titre publié dans les « Annales des Mines » de mai 1957. Nous donnons à la suite une étude de M. Dessalles, relative au même sujet.

un contrôle global de ces défauts par une surveillance continue, automatique et juste de l'isolement du réseau, s'il est hautement recommandable, voire indispensable, ne suffit en effet pas pour assurer la sécurité : le thermomètre médical n'a jamais dispensé des opérations chirurgicales.

Nous avons montré qu'une protection homopolaire directionnelle assurée, suivant les cas, soit par un relais wattmétrique, soit par un relais var-métrique peut réaliser ces opérations chirurgicales en coupant le seul tronçon atteint, avant qu'il ne devienne trop dangereusement malade et tout en supportant les défauts acceptables.

Les Etablissements Merlin & Gerin ont réalisé une telle protection, adaptée aux réseaux d'électrification du fond, et donné à l'appareillage correspondant une exécution qui lui permet de prendre effectivement place dans l'appareillage d'électrification du fond. Cette protection est actuelle-

ment expérimentée aux Houillères du Bassin de Lorraine qui l'ont essayée aux deux bouts de l'électrification du fond : d'une part sur un tableau principal de départs moyenne tension, et d'autre part sur des coffrets de chantier 500 V alimentant les engins de taille; cet essai sera étendu aux sous-stations d'éclatement des réseaux MT, ainsi qu'aux tableaux de distribution BT.

Il eut peut-être été plus prudent d'attendre la fin de ces essais et de laisser encore mûrir l'évolution technique de l'appareillage employé avant de rendre compte de ces essais. Mais, d'une part, les résultats déjà obtenus sont positifs et, d'autre part, le danger des courts-circuits dans les réseaux du fond est trop d'actualité, et surtout trop grave, pour que nous ne nous soyons pas cru obligés d'apporter aussitôt que possible ces éléments d'information à la profession.

Electrification du fond

Courts-circuits et mises accidentelles à la terre (courts-circuits à la terre)

par E. DESSALLES

Ingénieur honoraire au Corps des Mines A.I.Lg, A.I.M.

Inspecteur des Charbonnages patronnés par la Société Générale de Belgique.

Les dangers des courts-circuits, tant à la surface qu'au fond, sont bien connus; aussi, un appareillage perfectionné permet-il, par des déclenchements, aussi rapides que le permet la technique actuelle, de parer dans une large mesure aux dangers en question.

Les mises à la terre d'une phase dans les réseaux triphasés, donnent généralement lieu à des courants de terre, appelés aussi courts-circuits à la terre: « Erdschluss » en allemand; « earth leakage » en anglais. Ces courants sont, comme nous le verrons, généralement d'intensité relativement faible; mais ils peuvent, dans les travaux du fond des houillères, donner lieu soit à des incendies, soit à des explosions de grisou.

Dans un article très intéressant, qui vient de paraître dans les *Annales des Mines de France*, M. Bihl, l'Ingénieur français, bien connu par son importante contribution à l'électrification de mines françaises et par son ouvrage remarquable sur l'électrification du fond, étudie de façon approfondie les deux questions qu'indique le sous-titre de la présente note.

Ces questions ont fait l'objet d'un examen sérieux de la Sous-Commission Electricité de la Conférence Internationale sur la Sécurité dans les Mines, de Luxembourg.

Les recommandations n° 2 et n° 3 relatives à l'électrification et dont nous vous reproduisons le texte sont le fruit de cet examen.

Recommandation n° 3.

a) On ne doit utiliser que des disjoncteurs ou des fusibles tels que leur pouvoir de coupure soit suffisant pour la puissance de court-circuit la plus élevée qui puisse intervenir à leur lieu d'installation.

b) Tout élément de l'installation électrique doit être capable de supporter, pendant la durée déterminée par le disjoncteur ou le fusible intercalé, le courant de court-circuit maximal qui puisse se produire au lieu de son installation, pour autant que le court-circuit ne survienne pas dans cet élément lui-même.

c) Les disjoncteurs et les fusibles doivent être réglés ou choisis de manière à pouvoir couper rapidement et d'une manière sûre le courant de court-circuit même le plus faible pouvant intervenir dans le réseau ou dans la partie de réseau à protéger.

Recommandation n° 2.

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.

La recommandation n° 3, vise la protection contre les courts-circuits.

Les appareils de protection doivent être capables de couper le *courant maximum de court-circuit*, celui qui se produirait sur la ligne au voisinage du disjoncteur; celui-ci doit donc avoir un pouvoir de coupure suffisant; mais, d'autre part, il doit aussi pouvoir couper le courant de *court-circuit minimum* qui se produirait en bout de ligne entre deux phases.

M. Bihl rappelle opportunément les formules qui donnent les courants de courts-circuits permanents :

Pour le court-circuit *triphase*

$$I_{cc\text{ III}} = \frac{U}{\sqrt{3}Z} = 0,58 \frac{U}{Z}$$

U tension, Z impédance par phase du chemin du courant de court-circuit.

Pour le court-circuit *biphase*

$$I_{cc\text{ II}} = \frac{U}{2Z} = 0,5 \frac{U}{Z} = 0,86 I_{cc\text{ III}}$$

Pour tenir compte de la surtension qui se produit au moment de la coupure, on adopte pour $I_{cc\text{ II}}$ une majoration de l'intensité de sorte que

$$I_{cc\text{ III}} = 1,1 \frac{U}{\sqrt{3}Z}$$

M. Bihl expose ensuite l'évolution des règles allemandes relatives à l'emploi des fusibles.

Les règles anciennes ayant donné lieu à des inconvénients, la règle actuelle est la suivante :

I_N étant le courant nominal

$$I_{cc\text{ II}} > 3 I_N \text{ pour les fusibles rapides}$$

$$I_{cc\text{ II}} > 5 I_N \text{ pour les fusibles lents}$$

Pour les disjoncteurs :

$$I_{cc\text{ II}} \geq 1,5 I_D$$

I_D étant l'intensité de réglage du relais pour protection en court-circuit.

La protection par fusibles semble être beaucoup plus répandue en Allemagne qu'en Belgique. Mais, M. Bihl écrit que beaucoup de fosses allemandes s'orientent aussi vers l'emploi plus fréquent des disjoncteurs (tendant à couper en moins de 100 millisecondes); il donne un tableau relatif aux fusibles.

M. Bihl indique comme puissance de coupure des disjoncteurs 65 MVA dans la plupart des cas et 125 MVA dans des cas exceptionnels. En Campine, le pouvoir de coupure de 125 MVA n'est pas rare.

Le calcul des courants des courts-circuits n'est pas toujours aussi simple que les formules l'indiquent.

Quand le réseau alimente des moteurs synchrones ou des moteurs asynchrones entraînant des appareils ayant un grand moment d'inertie ou attaquant des pompes centrifuges ou des ventilateurs, le calcul est assez compliqué. Nous rappelons qu'il existe à Bruxelles, une table de calculs sur modèle « Tablelec », qui est outillée pour résoudre les calculs les plus compliqués. Les exploitants auront parfois intérêt à recourir à cette institution.

La recommandation n° 2 de la conférence de Luxembourg envisage les mises à la terre ou courts-circuits à la terre.

Elle distingue les circuits sous tension entre 42 et 660 V et les réseaux sous tension supérieure à 660 V.

Dans la première hypothèse : l'alimentation que nous appelons à basse tension : le courant de mise à terre doit être *aussi faible que possible* et doit être éventuellement *limité* par un dispositif approprié.

En cas de terre accidentelle (courts-circuits de terre), les conducteurs intéressés doivent être, sans retard, mis automatiquement hors circuit ou tout au moins la mise accidentelle à la terre doit-elle être signalée par un appareil indicateur.

La limitation du courant de mise à la terre peut être obtenue par la compensation de la capacité des câbles au moyen de selfs convenablement calculées, ainsi que nous le montrons ci-après :

Soit un réseau triphasé, mis à la terre sur la phase 2,

Soit C la capacité d'une phase par rapport à la terre,

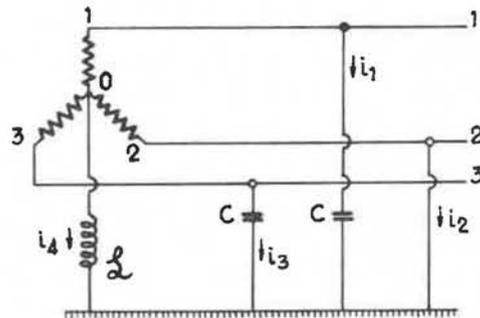


Fig. 1.

Soit L la self induction d'une bobine B,

Les résistances étant négligées, on écrit les équations vectorielles suivantes :

$$\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 + \bar{I}_4 = 0 \tag{1}$$

$$\bar{V}_{0,1} = \frac{\bar{I}_1}{\omega C} + \omega L \bar{I}_4 \tag{2}$$

$$\bar{V}_{0,3} = \frac{\bar{I}_3}{\omega C} + \omega L \bar{I}_4 \tag{3}$$

$$\bar{V}_{02} = \omega L \bar{I}_4 \quad (4)$$

$$\bar{V}_{01} + \bar{V}_{02} + \bar{V}_{03} = \frac{1}{\omega C} (\bar{I}_1 + \bar{I}_3) + 3 \omega L \bar{I}_4 \quad (5)$$

Les générateurs maintenant au départ les tensions des phases constantes et décalées de 120°, on a

$$\bar{V}_{01} + \bar{V}_{02} + \bar{V}_{03} = 0 \quad (6)$$

d'où

$$0 = \frac{1}{\omega C} (\bar{I}_1 + \bar{I}_3) + 3 \omega L \bar{I}_4 \quad (7)$$

mais

$$I_1 + I_3 = -(I_2 + I_4)$$

d'où

$$\frac{1}{\omega C} (I_2 + I_4) = 3 \omega L \bar{I}_4$$

I_2 sera nul quand $(1/\omega C) = 3 \omega L$ ou

$$3 \omega^2 LC = 1 \quad (8)$$

condition bien connue d'ailleurs.

L doit être calculée d'après la valeur de C qui dépend de la constitution du réseau; on peut ainsi annuler tout courant de terre.

La bobine de Self est appelée *bobine de Petersen*; on peut la remplacer par 3 bobines de Self, une par phase.

Si l'extinction n'est pas parfaite, le courant de défaut est fort atténué.

L'adoption de cette compensation n'est cependant pas toujours recommandable; elle nécessite des couplages convenables des transformateurs pour ne pas avoir des répercussions défavorables sur la haute tension (voir *Revue Brown Boveri* n° 7/8 - 1948).

Cette compensation, qui peut être réglable, est donc, comme nous le disions, un moyen de satisfaire à l'alinéa I de la recommandation n° 2 applicable à la haute et à la basse tension.

Pour la basse tension, l'alinéa 3 de la même recommandation préconise l'adoption d'un appareil de mesure d'isolement avec signal d'alarme.

En Belgique, dans nos réseaux à basse tension, et particulièrement pour les réseaux alimentés par câbles souples, nous disposons d'appareils provenant de différents constructeurs qui permettent de satisfaire à ces exigences. Ce sont des appareils

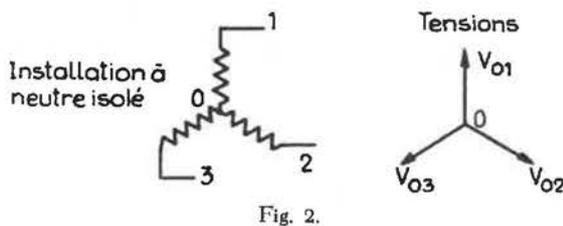


Fig. 2.

construits par les Maisons Merlin Gerin (France), Siemens (Allemagne) et Baldwin (Angleterre).

Dans un charbonnage de Campine, toutes les sous-stations du fond sont pourvues d'appareils de contrôle; tout défaut est automatiquement signalé à la surface et enregistré sur bande. Cela permet de satisfaire au 4^{me} alinéa de la recommandation qui demande que le défaut d'isolement soit recherché au plus tôt par le personnel qualifié pour être réparé dans un délai convenable.

Pour la haute tension, la recommandation conseille, comme pour la basse tension, la limitation éventuelle du courant de terre.

On peut aussi, avec les mêmes réserves que ci-dessus, préconiser la compensation.

En cas de mise accidentelle à la terre, le défaut doit être à tout le moins signalé ou le courant doit être coupé.

Dans un réseau à neutre isolé, chargé symétriquement, le potentiel du centre de l'étoile réelle ou fictive est zéro.

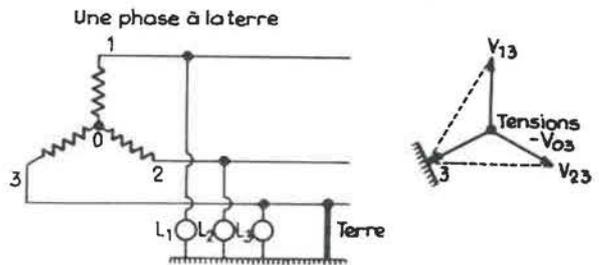


Fig. 3.

Si l'une des phases est mise à la terre, elle prend le potentiel 0 et des lampes ou des voltmètres branchés directement ou indirectement sur les phases changeront d'éclat ou d'indication dès la mise à la terre.

La lampe de la phase défectueuse s'éteindra ou brillera d'un éclat plus faible ou le voltage de l'indicateur diminuera fortement.

Mise hors tension.

L'un des systèmes les plus sûrs, déjà ancien, est le dispositif Merz Price, appliqué notamment en Hollande.

J'en rappelle schématiquement le principe, en ne figurant qu'une phase (fig. 4).

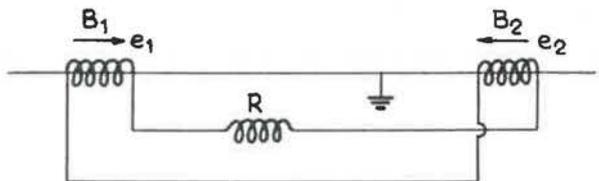


Fig. 4.

Le courant passant dans le conducteur non à la terre est le même aux deux extrémités de la ligne; il induit dans les bobines B_1 et B_2 les forces électromotrices e_1 et e_2 , égales mais opposées; il ne passe pas de courant dans le relais; si au contraire une terre se produit en T, le courant de terre qui charge la capacité du réseau, par exemple, change la symétrie du réseau, le courant en B_1 est plus grand ou plus petit qu'en B_2 ; d'où écart entre e_1 et e_2 et passage du courant dans le relais R.

Ce dispositif de fonctionnement nécessite, comme on le voit, des câbles pilotes; pour chaque câble triphasé, un câble pilote triphasé.

Il est non seulement très coûteux, mais très encombrant, en particulier pour les câbles placés dans les puits.

Ceci est contraire à un principe d'équipement; dans les puits, il doit y avoir le minimum d'accessoires.

Une maison allemande réalise une protection analogue aux dispositifs à basse tension, grâce à l'emploi de câbles spéciaux à caoutchouc conducteur.

Evidemment, on ne peut en envisager l'installation que pour les nouveaux câbles.

Enfin, il nous reste à envisager les relais directionnels, basés sur l'action des courants homopolaires; soit dans leur action sur le « corebalance » comme relais ampèremétriques, soit comme relais Wattmétriques.

M. Bihl et son collaborateur M. Bronner ont fait un bref exposé de l'emploi de ces relais; nous en expliquons certains points.

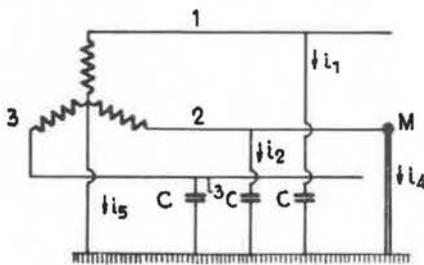


Fig. 5.

Nous rappelons, d'abord, quelques notions sur les réseaux triphasés :

Soit un réseau triphasé avec neutre à la terre, soit C les capacités des conducteurs par rapport à la terre.

Supposons qu'une terre de résistance R se produise en M.

Le réseau est déséquilibré.

Les équations vectorielles suivantes caractérisent son état :

$$\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 + \bar{I}_4 + \bar{I}_5 = 0 \quad (1)$$

$$\bar{V}_{01} = \frac{\bar{I}_1}{\omega C} \quad (2)$$

$$\bar{V}_{02} = \frac{\bar{I}_2}{\omega C} \quad (3)$$

$$\bar{V}_{03} = \frac{\bar{I}_3}{\omega C} \quad (4)$$

Les tensions étant supposées maintenues dans chaque phase

$$\bar{V}_{01} + \bar{V}_{02} + \bar{V}_{03} = \frac{1}{\omega C} (\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3) = 0$$

d'où

$$\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 = 0$$

et

$$\bar{I}_4 + \bar{I}_5 = 0, \quad \bar{I}_5 = -\bar{I}_4$$

$\bar{I}_1 = \bar{I}_2 = \bar{I}_3$ en vertu de (2) (3) (4) en valeur absolue, pas en direction.

Les courants ne sont pas égaux dans les 3 phases, dans la phase 1 le courant est \bar{I}_1 ; dans la phase 2 : $\bar{I}_2 + \bar{I}_4$ ou $\bar{I}_1 + \bar{I}_4$, dans la phase 3, \bar{I}_3 ou \bar{I}_1 .

La résultante des courants dans les 3 phases est donc \bar{I}_1 car $\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 + \bar{I}_4$ se réduit à \bar{I}_1 , $\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3$ étant égal à 0 comme le montre la figure 6.

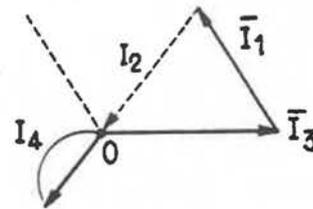


Fig. 6.

\bar{I}_4 est le courant de défaut, égal à \bar{I}_5 et de direction opposée. C'est cette résultante, somme vectorielle des courants de phase dans un circuit déséquilibré, avec neutre à la terre ou défaut de terre, qui est appelée courant homopolaire par MM. Bihl et Bronner. (On remarquera, pour être rigoureux, que dans la théorie des composantes symétriques des réseaux déséquilibrés, la composante homopolaire de chaque phase est le 1/3 de la composante homopolaire dont il est question ci-dessus).

Précisons encore que, si un système triphasé est à neutre isolé ou sans défaut de terre, la somme des courants $\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 = 0$, il n'y a pas de

composante homopolaire, même si le réseau est déséquilibré.

Dans l'exemple donné ci-dessus, le courant du défaut de terre est aussi la composante homopolaire. C'est un cas particulier, comme nous le verrons plus loin. M. Bihl fait bien la distinction entre le courant homopolaire et le courant de défaut.

M. Bronner, en utilisant le calcul symbolique et la théorie des composantes symétriques donne, pour la figure 10, les formules suivantes qu'il est nécessaire de connaître, que nous démontrons en annexe en nous aidant de la méthode vectorielle pour les lecteurs peu familiarisés avec la méthode symbolique et la théorie des composantes symétriques.

Dans les notations suivantes C = capacité — R et r résistances.

$$C_{A_1} \text{ est supposé } = C_{A_2} = C_{A_3}$$

$$C_{a_1} \text{ est supposé } = C_{a_2} = C_{a_3}$$

et

$$C_T = C_{A_1} + C_{a_1} =$$

$$C_{A_2} + C_{a_2} =$$

$$C_{A_3} + C_{a_3}$$

Le courant de défaut :

$$(1) \quad I_{dM} = \frac{\overline{V}_{01}}{R + r_n + j\omega(3C_T + C_n)Rr_n} \frac{1 + j\omega(3C_T + C_n)r_n}{R + r_n + j\omega(3C_T + C_n)Rr_n}$$

et le courant homopolaire en N est :

$$(2) \quad I_H = \frac{\overline{V}_{01}}{R + r_n + j\omega(3C_A + C_n)Rr_n} \frac{1 + j\omega(3C_A + C_n)r_n}{R + r_n + j\omega(3C_T + C_n)Rr_n}$$

Puissance homopolaire :

Puissance active :

$$(3) \quad P_H = \frac{V_{01}^2 r_n}{(R + r)^2 + \omega^2 (3C_T + C_n)^2 R^2 r_n^2}$$

Puissance réactive :

$$(4) \quad \pi_H = \frac{V_{01}^2 \omega (3C_A + C_n) r_n^2}{(R + r)^2 + \omega^2 (3C_T + C_n)^2 R^2 r_n^2}$$

Passons à l'application de ces notions.

a) Relais ampèremétrique homopolaire.

Le relais utilisé à cet effet est basé sur les propriétés du transformateur à 5 noyaux ou plus souvent sur le dispositif « core balance » employé fréquemment en Grande-Bretagne.

Si, par suite d'un déséquilibre de phase, le neutre étant mis à la terre, un courant homopolaire s'établit égal à $\overline{I}_1 + \overline{I}_2 + \overline{I}_3$, il circule dans le tore un flux magnétique qui met en action le relais R (fig. 7).

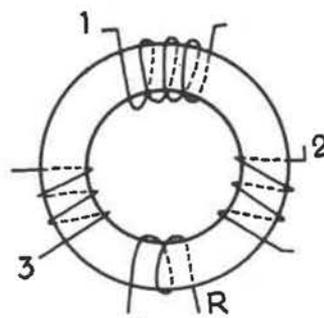


Fig. 7.

En Angleterre, on utilise des relais basés sur l'action du courant homopolaire, comme protection contre la mise à la terre, mais aussi comme protection contre les courts-circuits. La figure 8 donne un exemple d'un tel relais.

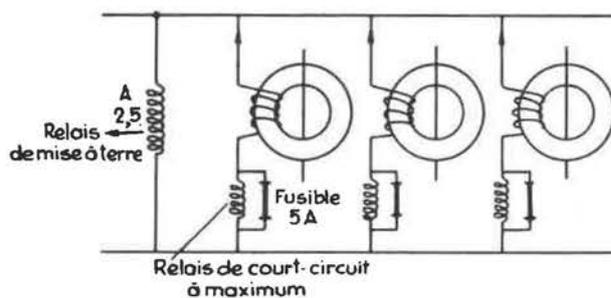


Fig. 8.

En cas de court-circuit, les fusible 5 A fondent et les relais à maximum fonctionnent; en cas de mise à terre, le courant homopolaire actionne le relais de mise à terre; mais ainsi que la figure le montre, ce relais ne fonctionne que sous 2,5 A. M. Bihl fait remarquer avec raison que ces dispositifs n'agissent en général que pour des courants de fuite de plusieurs ampères, sauf des cas exceptionnels où ils fonctionneraient pour 0,5 A.

On a conçu des appareils basés sur le principe du tore, dans lesquels agit le courant de décharge de la capacité du réseau, avant l'état permanent, courant dont la direction par rapport à la tension : terre, centre de l'étoile fictive ou réelle, est bien déterminée, et est différente de celle des courants normaux. On utiliserait, pour rendre plus sensibles ces appareils, des accessoires électroniques. En pratique, nous n'avons pas encore rencontré ce genre d'appareils.

b) Relais directionnels.

M. Bihl dans l'un de ses schémas, que nous reproduisons en le simplifiant (fig. 9), montre les courants instantanés qui naissent lors d'une mise à la terre en M. C'est ce schéma qui peut servir de base à l'étude analytique ou symbolique de la ré-

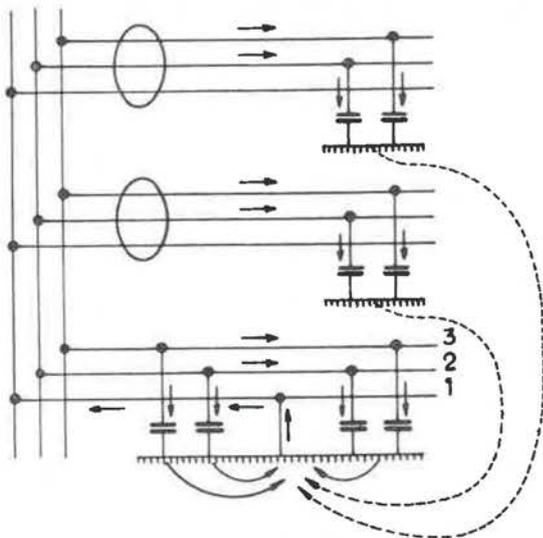


Fig. 9.

partition et de la grandeur des courants et des puissances.

Si l'on fait la représentation graphique des tensions homopolaires et des courants homopolaires, et si l'on remarque que les courants de capacité sont déphasés de 90° par rapport aux tensions, on voit, en se reportant au sens des courants d'après la figure 10, que si, dans une phase saine, on a

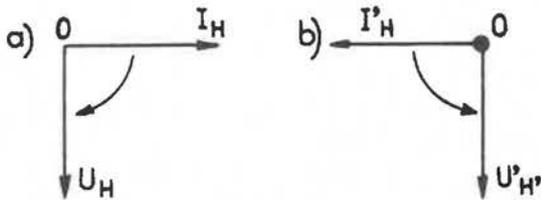


Fig. 10.

la position des vecteurs figurée en a); dans la phase défectueuse, les vecteurs prennent les positions b); il en résulte un changement de sens dans la direction du champ tournant de l'appareil, d'où la possibilité de provoquer un déclenchement ou de donner un signal déterminé.

C'est un appareil basé sur ces idées que la Maison Merlin Gerin a construit récemment et mis à l'essai dans le bassin de Lorraine.

Appliquant les formules précédemment rappelées à différents réseaux, M. Bihl a pris la peine de calculer dans 14 tableaux et de construire des graphiques pour des tensions allant de 5 000 volts à 500 volts, et des réseaux de capacités différentes, les courants de fuite, les courants homopolaires, les puissances homopolaires actives et réactives qu'il faut mettre en jeu pour actionner les relais et mettre hors tension l'élément défectueux, pour des courants homopolaires de faible intensité de 0,1 ampère à 1 ampère.

On ne peut résumer cette partie du travail de M. Bihl; tous ceux qu'il intéresse doivent les analyser avec attention. Pour la Belgique il faudrait les compléter pour les tensions de 6 600 V.

Les conclusions de l'auteur nous paraissent très justes :

Pour les courts-circuits proprement dits, nous possédons des appareils de disjonction très perfectionnés. Nous partageons son avis quant à la préférence à donner à la protection électromagnétique par rapport aux fusibles.

Il souligne l'importance des mises à la terre et en particulier son influence sur la production des courts-circuits proprement dits.

Enfin, il montre une sage prudence dans l'essai systématique des relais Merlin & Gérin. Il sait que, dans des réseaux compensés, on a envisagé des relais directionnels basés sur ce que, en cas de défaut de terre, le courant de défaut, traversant une résistance ohmique, donne un courant watté par rapport à la tension du centre de l'étoile; c'est le principe d'un disjoncteur à puissance wattée. Mais ce système de protection a donné lieu, dans les réseaux, à des inconvénients; ceux-ci provenaient de ce que des feeders fonctionnant en parallèle et reliés à leurs extrémités, n'ayant pas tous la même impédance, échangeaient entre eux des courants wattés pouvant troubler la protection.

Comme nous avons très peu d'informations à ce sujet, nous serons très heureux de voir les résultats des essais en cours en Lorraine.

Enfin, nous reprenons ci-après, en note spéciale, de façon plus explicite qu'ils ne l'ont été et en nous aidant de la méthode vectorielle, les calculs de M. Bronner.

ANNEXE

I. — Calcul du courant de défaut, dans le réseau (fig. 11).

Nous adoptons les mêmes notations que M. Bihl.

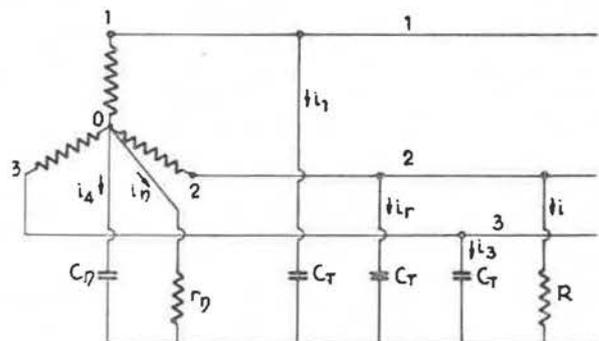


Fig. 11.

Nous nous proposons, connaissant les capacités et les résistances, de calculer le courant de défaut i .

Equations entre grandeurs instantanées :

$$i_1 + i_2 + i_3 + i + i_4 + i_5 = 0 \quad (1)$$

$$v_{12} = \frac{1}{C_T} \int i_1 dt - iR \quad (2)$$

$$-v_{23} = \frac{1}{C_T} \int i_3 dt - iR \quad (3)$$

$$0 = \frac{1}{C_T} \int i_2 dt - iR \quad (4)$$

$$v_{02} = iR - i_n r_n \quad (5)$$

$$0 = \frac{1}{C_4} \int i_4 dt - i_n r_n \quad (6)$$

en additionnant 2, 3 et 4 et en tenant compte de (1) on tire :

$$v_{12} - v_{23} = \quad (7)$$

$$-\frac{1}{C_T} \int i dt - \frac{1}{C_T} \int i_4 dt - \frac{1}{C_T} \int i_n dt - 3iR$$

d'après 6 on a

$$\int i_4 dt = C_4 i_n r_n$$

et par 5

$$\int i_4 dt = C_4 (iR - v_{02}) \quad (8)$$

et enfin

$$\int i_n dt = \int \left(\frac{iR - v_{02}}{r_n} \right) dt \quad (9)$$

et finalement :

$$v_{23} - v_{12} = \frac{1}{C_T} \int i dt + \frac{C_4}{C_T} iR \quad (10)$$

$$-\frac{C_4}{C_T} v_{02} + \frac{R}{C_T r_n} \int i dt - \frac{1}{C_T r_n} \int v_{02} dt + 3iR$$

Vectoriellement on traduit cette équation par :

$$\begin{aligned} \bar{V}_{23} - \bar{V}_{12} + \frac{C_4}{C_T} \bar{V}_{02} + \frac{\bar{V}_{02} (-\pi/2)}{\omega C_T r_n} \\ = \bar{I} R \left(3 + \frac{C_4}{C_T} \right) + \frac{I (-\pi/2)}{\omega C_T} \left(1 + \frac{R}{r_n} \right) \end{aligned}$$

en réduisant au même dénominateur et en observant de $\bar{V}_{23} - \bar{V}_{12} = 3\bar{V}_{02}$, on trouve finalement :

$$\begin{aligned} \bar{V}_{02} \omega (3 C_T + C_4) r_n + \bar{V}_{02} \left(-\frac{\pi}{2} \right) \\ = \bar{I} \omega R (3 C_T + C_4) r_n + \bar{I} \left(-\pi/2 \right) (R + r_n) \end{aligned}$$

D'où la valeur arithmétique de \bar{I} :

$$I = V_{02} \frac{\sqrt{1 + \omega^2 (3 C_T + C_4)^2 r_n^2}}{\sqrt{(R + r_n)^2 + \omega^2 R^2 (3 C_T + C_4)^2 r_n^2}}$$

valeur identique au module de l'expression symbolique écrite précédemment :

$$I = \frac{V_{02} [1 + j \omega (3 C_T + C_4) r_n]}{R + r_n + j \omega (3 C_T + C_4) R r_n}$$

2. — Calcul du courant homopolaire.

Reprenons la figure 11, mais modifions la, pour donner un exemple du calcul du courant homopolaire d'une section.

Soit à déterminer le courant homopolaire du tronçon situé au-delà de N.

Par définition, ce courant homopolaire est égal à la résultante ou à la somme géométrique des courants qui traversent le core balance, ou qui passent au delà de N; d'où : équation instantanée

$$i_1 + i_2 + i_3 + i = i_h \quad (1)$$

équation vectorielle

$$\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 + \bar{I} = \bar{I}_h \quad (1')$$

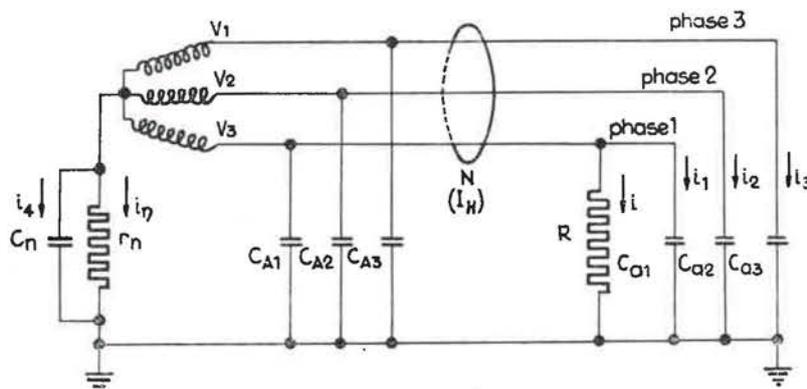


Fig. 12.

N.B. — Raccorder R à la phase 2 — Intervertir 1 et 3.

Dans le calcul du courant de défaut, nous avons désigné par C_T la capacité totale d'une phase par rapport à la terre; si nous désignons par C_a , comme M. Bihl, la capacité d'une phase au-delà de N, et par C_A la capacité d'une phase entre la source et N; $C_T = C_A + C_a$.

Nous calculons comme précédemment l'état du réseau et posons les équations :

$$v_1 = \frac{1}{C_a} \int i_1 dt - i_n r_n \quad (1)$$

$$v_2 = \frac{1}{C_a} \int i_2 dt - i_n r_n \quad (2)$$

$$v_3 = \frac{1}{C_a} \int i_3 dt - i_n r_n \quad (3)$$

ou en équations vectorielles et en tenant compte de ce que la source maintient

$$\bar{V}_1 + \bar{V}_2 + \bar{V}_3 = 0, \text{ on a}$$

$$\frac{I_{1(-\pi/2)}}{\omega C_a} + \frac{I_{2(-\pi/2)}}{\omega C_a} + \frac{I_{3(-\pi/2)}}{\omega C_a} = 3 \bar{I}_n r_n \quad (4)$$

où

$$\bar{I}_{1(-\pi/2)} + \bar{I}_{2(-\pi/2)} + \bar{I}_{3(-\pi/2)} = 3 \omega C_a \bar{I}_n r_n \quad (5)$$

mais $\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 + \bar{I} = \bar{I}_n$

et en vertu de (5), en faisant tourner les vecteurs de $+\pi/2$, on a

$$\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 = 3 \omega C_a \bar{I}_{n(+\pi/2)} r_n$$

d'où

$$3 \omega C_a I_{n\pi/2} r_n + I = I_h$$

D'autre part

$$\bar{I}_n r_n = \bar{I} R - \bar{V}_{02}$$

par suite

$$I_h = I + 3 \omega C_a R I_{(\pi/2)} - 3 \omega C_a V_{02(\pi/2)} \quad (6)$$

On pourrait construire vectoriellement I_h , en partant de \bar{I} trouvé plus haut. Mais c'est long et sans être versé dans le calcul symbolique, il suffit de savoir que, multiplier un vecteur par $+j$ ou $\sqrt{-1}$, c'est le faire tourner de 90° dans le sens positif.

Nous pouvons alors écrire l'équation (6) comme ci-dessous

$$I_h = I + j 3 \omega C_a R I - j 3 \omega C_a V_{02} \quad (7)$$

$$= I(1 + j 3 \omega C_a R) - j 3 \omega C_a V_{02} \quad (8)$$

mais $I = \frac{V_{02} [1 + j \omega (3 C_T + C_n) r_n]}{(R + r) + j \omega (3 C_T + C_n) R r_n}$

d'où 8 devient

$$I_h = \frac{V_2 [1 + j \omega (3 C_T + C_n) r_n]}{(R + r) + j \omega (3 C_T + C_n) R r_n} \times (1 + 3 \omega C_a R) - j 3 \omega C_a V_2 \quad (9)$$

En réduisant au même dénominateur et en développant les calculs, on trouve aisément

$$I_h = V_2 \frac{1 + j \omega [3 (C_T - C_a) + C_n] r_n}{R + r_n + j \omega (C_T + C_n) R r_n} \quad (10)$$

en tenant compte de $C_A = C_T - C_a$ on écrit

$$I_h = V_2 \frac{1 + j \omega (3 C_A + C_n) r_n}{R + r_n + j \omega (C_T + C_n) R r_n} \quad (II)$$

C'est la formule trouvée directement par M. Bronner par le calcul symbolique.

3. — Calcul des puissances homopolaires.

La puissance apparente active et réactive d'une source, est égale à la puissance wattée, plus la puissance déwattée, celle-ci étant additionnée vectoriellement pour donner la puissance apparente

$$P_a = E I \cos \varphi + j E I \sin \varphi$$

Ce qui, pour une force électromotrice E et une intensité $\bar{I} = (I \cos \varphi - j I \sin \varphi)$, s'obtient en multipliant E par l'expression conjuguée du courant

$$I (\cos \varphi + j \sin \varphi)$$

L'expression conjuguée de \bar{I} étant désigné par \bar{I}^v où I^* .

La puissance apparente homopolaire sera égale à la tension homopolaire totale V_n résultant de $\bar{V}_1 + \bar{V}_2 + \bar{V}_3$ qui sera la tension du centre de l'étoile par rapport à la terre, multipliée par l'expression conjuguée de I_h .

Or $V_n = I_n r_n$ et $I_n r_n = I R - V_2$

$$(1) \quad V_n = I R - V_2 = V_2 \times R \times \frac{1 + j \omega (3 C_T + C_n) r_n}{R + r_n + j \omega (3 C_T + C_n) R r_n} - V_2$$

$$= -V_2 \frac{r_n}{R + r_n + j \omega (3 C_T + C_n) R r_n}$$

$$(2) \quad I_h = V_2 \frac{1 + j \omega (3 C_A + C_n) r_n}{R + r_n + j \omega (3 C_T + C_n) R r_n}$$

Son conjugué est

$$(2') \quad I_h^* = V_2 \frac{1 - j \omega (3 C_A + C_n) r_n}{R + r_n + j \omega (3 C_T + C_n) R r_n}$$

P_H désignant la puissance homopolaire active
 π_H désignant la puissance homopolaire réactive

$$P_a = P_H + j \pi_H$$

En multipliant 1 par 2' on trouve

$$V_n \overset{\vee}{I}_n = -V_2^2 \frac{r_n - j\omega(3C_A + C_n)r_n^2}{(R + r_n)^2 + \omega^2(3C_A + C_n)^2 R^2 r_n^2}$$

Comme la source maintient $V_1 = V_2 = V_3 = V_1$
on a

$$(III) \quad \begin{array}{l} P_H = - \frac{V^2 r_n}{(R + r)^2 + \omega^2(3C_T + C_n)^2 R^2 r_n^2} \\ \pi_H = + \frac{V^2 \omega(3C_A + C_n)r_n^2}{(R + r)^2 + \omega^2(3C_T + C_n)^2 R^2 r_n^2} \end{array}$$

Les formules I, II et III sont les mêmes que celles de M. Bronner, sauf que nous avons utilisé V au lieu de E. Nous avons tenu à expliciter les calculs, pour faciliter la lecture de la notation de M. Bronner. Mais les lecteurs verront eux-mêmes la simplicité que le calcul symbolique apporte dans les opérations. La représentation vectorielle est plus parlante, plus physique et plaît aussi mieux au lecteur non spécialisé.

Nous conseillons vivement aux lecteurs que la présente note aura intéressés, d'étudier le travail de M. Bihl.

L'Industrie Charbonnière belge pendant l'année 1956

Statistique sommaire et résultats provisoires

par A. VANDENHEUVEL

De Belgische Steenkolenijverheid tijdens het jaar 1956

Beknopte statistiek en voorlopige uitslagen.

door A. VANDENHEUVEL

Le présent travail donne, en attendant la publication d'éléments plus détaillés et plus précis dans la « Statistique annuelle des industries extractives et métallurgiques », un aperçu de la marche de l'industrie charbonnière belge au cours de l'année 1956.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que les données qui suivent ne sont pas définitives.

Depuis le début de 1954, les statistiques relatives à l'activité de l'industrie charbonnière sont coordonnées par la division des Statistiques de la Haute-Autorité.

Il en résulte qu'un certain nombre de définitions utilisées en Belgique jusqu'en 1953 ont dû être abandonnées.

Les modifications intervenues ont été signalées lors de la publication de la statistique provisoire des exercices antérieurs et les commentaires correspondants attiraient l'attention sur l'importance des modifications intervenues.

Production de houille.

(Voir tableaux n^{os} 1 et 2)

La production nette de houille en Belgique a été, en 1956, de 29.555.160 tonnes, contre 29.977.820 tonnes en 1955 et contre 29.248.710 tonnes en 1954 (chiffres définitifs pour 1954).

La définition belge de la production nette a été adoptée par la Haute Autorité ; elle se distingue par le fait que les produits cendreux (mixtes, schlamms, poussières bruts) sont compris dans le total tonne pour tonne et sont comptabilisés au moment de leur production.

Le tableau n^o 1 permet de se rendre compte de l'allure de la production mensuelle.

In afwachting dat uitvoeriger en nauwkeuriger gegevens in de « Jaarlijkse statistiek van de extractieve nijverheden en van de metaalnijverheid » zullen gepubliceerd worden, geeft dit werk een kijk op de Belgische steenkolenijverheid in de loop van het jaar 1956.

De aandacht van de lezer wordt er op gevestigd dat de hiernavolgende gegevens niet definitief zijn.

Sedert de aanvang van 1954 worden de statistieken over de bedrijvigheid in de steenkolenijverheid gecoördineerd door de Afdeling Statistiek van de Hoge Autoriteit, met als gevolg dat sommige bepalingen, die tot in 1953 in België gebruikt werden, toen moesten opgegeven worden.

De aangenomen wijzigingen werden aangeduid bij de publicatie van de voorlopige statistiek van de voorgaande dienstjaren en in de begeleidende commentaar werd de aandacht gevestigd op de belangrijkheid van de ingetreden wijzigingen.

Productie van steenkolen

(Zie tabellen 1 en 2).

In 1956 bedroeg de nettoproductie van steenkolen in België 29.555.160 ton, tegen 29.977.820 ton in 1955 en 29.248.710 ton in 1954. (definitieve cijfers voor 1954).

De Belgische bepaling van de nettoproductie werd door de Hoge Autoriteit aangenomen ; zij onderscheidt zich door het feit dat de voortbrengselen met hoog asgehalte (mixtekolen, schlamm, ongewassen stofkolen) voor het volle gewicht in het totaal begrepen zijn en op het ogenblik van de voortbrenging aangerekend worden.

Tabel 1 geeft een overzicht van de maandelijks productie.

TABLEAU N° 1 — TABEL 1
 PRODUCTION MENSUELLE DE HOUILLE PAR BASSIN
 MAANDELIJKSE STEENKOLENPRODUCTIE IN DE VERSCHILLENDE BEKKENS

1.000 t

MOIS — MAAND	Borinage	Centre	Charleroi-Namur	Liège	Campine	Royaume
	Borinage	Centrum	Charleroi-Namen	Luik	Kempen	Het Rijk
1956						
I	358,1	319,8	631,8	417,6	880,4	2 607,7
II	319,3	281,9	553,9	372,1	863,2	2 390,4
III	383,2	351,2	668,0	449,9	997,7	2 850,0
IV	344,0	324,4	619,8	391,0	864,0	2 543,2
V	345,8	328,9	636,0	402,9	871,9	2 585,5
VI	379,7	310,4	593,7	404,5	900,7	2 589,0
VII	252,4	223,7	452,0	286,0	828,2	2 042,3
VIII	265,2	248,9	520,0	314,2	838,2	2 186,5
IX	305,1	274,7	526,7	340,9	778,5	2 225,9
X	370,1	327,7	616,4	407,0	923,7	2 644,9
XI	362,5	312,2	586,9	372,3	900,8	2 534,7
XII	301,8	295,7	564,6	372,7	820,2	2 355,0
Totaux des relevés mensuels 1956						
Tot. van de maand. cijfers in 1956	3 987,2	3 599,5	6 969,8	4 531,1	10 467,5	29 555,1
Production en 1956 (chiffres provisoires rectifiés)						
Productie in 1956 (Voorlopige verbeterde cijfers)	3 987,2	3 599,5	6 969,8	4 531,2	10 467,5	29 555,2

Ci-dessous figure, pour les années 1947 à 1956 la proportion de la production fournie par le bassin de la Campine par rapport à l'extraction totale du Royaume pendant les mêmes années :

1947 : 29,5 %	1952 : 32,0 %
1948 : 29,8 %	1953 : 31,5 %
1949 : 28,6 %	1954 : 31,7 %
1950 : 29,7 %	1955 : 33,8 %
1951 : 31,2 %	1956 : 35,4 %

On voit que l'importance relative du bassin de la Campine, qui avait atteint, en 1955, le tiers de la production nationale, s'est encore sensiblement accrue en 1956 et dépasse déjà 35 %.

En valeur absolue, les productions de chaque bassin ont évolué comme suit entre 1955 et 1956.

Tijdens de jaren 1947 tot 1956 bedroeg het aandeel van het Kempisch bekken in de totale productie van het Rijk :

1947 : 29,5 %	1952 : 32,0 %
1948 : 29,8 %	1953 : 31,5 %
1949 : 28,6 %	1954 : 31,7 %
1950 : 29,7 %	1955 : 33,8 %
1951 : 31,2 %	1956 : 35,4 %

Deze cijfers tonen aan dat de betrekkelijke belangrijkheid van het Kempisch Bekken, dat in 1955 één derde van de nationale productie leverde, in 1956 nog aanzienlijk gestegen is en reeds meer dan 35% bedraagt.

In volstrekte cijfers is de productie in de verschillende bekkens in 1956, in vergelijking met 1955, als volgt gedaald of gestegen :

BASSINS — BEKKENS	Production de Productie in 1955 (1 000 t) (1)	Production de Productie in 1956 (1 000 t) (1)	Différence Verschil (1 000 t)
Borinage	4 123	3 987	— 136
Centre — Centrum	3 668	3 599	— 69
Charleroi-Namur — Charleroi-Namen	7 225	6 970	— 255
Liège — Luik	4 818	4 531	— 287
Sud — Zuiderbekkens	19 834	19 087	— 747
Campine — Kempen	10 144	10 468	+ 324
Royaume — Het Rijk	29 978	29 555	— 423

(1) Chiffres provisoires — Voorlopige cijfers

**Nombre de jours ouvrés
et production moyenne par jour ouvré**

Dans un siège déterminé un jour est dit « ouvré » lorsque l'effectif normal du fond a été appelé au travail et qu'il y a eu extraction.

Pour un ensemble de sièges, la pondération est faite par rapport au nombre d'ouvriers inscrits au fond à chaque siège.

Le nombre moyen de jours ouvrés de l'année 1956 a varié, suivant les bassins, entre 273,74 et 293,13. Pour l'ensemble des charbonnages, il a été de 281,74.

**Aantal gewerkte dagen
en gemiddelde productie per gewerkte dag**

In een bepaalde zetel noemt men « gewerkte dag » iedere dag waarop het normaal aantal in de ondergrond ingeschreven arbeiders verzocht is te werken en waarop kolen opgehaald worden.

Voor verscheidene zetels samen geschiedt de weging in verhouding met het aantal in iedere zetel ingeschreven ondergrondse arbeiders.

Het gemiddeld aantal in 1956 gewerkte dagen schommelde van het ene bekken tot het andere van 273,74 tot 293,13. Voor alle kolnmijnen samen bedroeg het 281,74.

TABLEAU N° 2 — TABEL 2

NOMBRE DE JOURS OUVRES ET PRODUCTION MOYENNE PAR JOUR OUVRE
AANTAL GEWERKTE DAGEN EN GEMIDDELDE PRODUCTIE PER GEWERKTE DAG

t

MOIS MAAND	Borinage		Centre		Charleroi-Namur		Liège		Campine		Royaume	
	Prod. journ. Dagproductie	Jours ouvrés Gew. dagen										
	Borinage		Centrum		Charleroi-Namen		Luik		Kempen		Het Rijk	
1956												
I	15 238	23,50	13 552	23,60	26 325	24,00	17 401	24,00	36 684	24,00	109 294	23,86
II	14 575	21,91	12 863	21,92	23 660	23,41	16 269	22,87	35 966	24,00	103 887	23,01
III	14 990	25,56	13 703	25,63	25 811	25,87	17 417	25,83	36 953	27,00	109 320	26,07
IV	15 209	22,62	13 894	23,35	26 262	23,59	17 087	22,88	37 565	23,00	110 095	23,10
V	14 993	23,06	13 963	23,55	26 668	23,85	16 980	23,73	36 512	23,88	109 275	23,66
VI	14 863	25,55	13 906	22,32	26 890	22,07	16 529	24,47	37 066	24,30	109 058	23,74
VII	13 715	18,40	12 209	18,32	24 252	18,62	15 012	19,01	34 510	24,00	101 809	22,06
VIII	12 944	20,49	12 037	20,68	23 149	22,48	15 167	20,72	33 947	24,69	98 623	22,17
IX	13 504	22,59	12 493	21,99	23 282	22,61	14 986	22,75	33 474	23,26	97 927	22,73
X	14 195	26,07	12 639	25,93	23 465	26,27	15 389	26,45	34 210	27,00	100 073	26,43
XI	14 570	24,88	13 215	23,62	24 606	23,85	15 757	23,63	36 034	25,00	104 480	24,26
XII	14 394	20,97	12 951	22,83	24 843	22,73	15 926	23,40	35 660	23,00	103 929	22,65
1956	14 467	275,60	13 149	273,74	24 949	279,35	16 198	279,74	35 709	293,13	104 898	281,74

Stocks de houille

(Voir tableau n° 3)

Le stock de houille qui n'atteignait plus que 370.700 tonnes au début de janvier a encore diminué au cours de l'année, et à la fin du mois de décembre, il ne représentait plus que 179.200 tonnes, soit moins de 2 jours de production.

Voorraden steenkolen

(Zie tabel 3)

De voorraad steenkolen, die begin januari nog slechts 370.700 ton bedroeg, is in de loop van het jaar nog afgenomen en bedroeg op het einde van december slechts 179.200 ton, d.i. minder dan de productie van twee dagen.

TABLEAU N^o 3 — TABEL 3

STOCKS DE HOUILLE — VOORRADEN STEENKOLEN

1.000 t

MOIS	Borinage	Centre	Charleroi-Namur	Liège	Campine	Royaume
MAAND	Borinage	Centrum	Charleroi-Namen	Luik	Kempen	Het Rijk
1956						
1 ^{er} I 1956	49,7	91,3	108,3	52,8	68,6	370,7
fin I einde	36,4	49,2	75,5	55,0	65,1	281,2
» II »	59,2	64,1	113,0	68,2	144,1	448,6
» III »	62,0	58,3	110,3	62,1	84,7	377,4
» IV »	49,2	52,9	87,3	56,3	70,7	316,4
» V »	53,3	52,5	77,0	53,9	64,2	300,9
» VI »	53,0	41,1	71,6	51,8	57,1	274,6
» VII »	48,7	35,8	56,4	52,7	46,4	240,0
» VIII »	36,8	33,1	55,1	48,1	55,4	228,5
» IX »	26,6	41,0	53,6	46,2	50,5	217,9
» X »	30,5	35,3	56,1	46,1	52,7	220,7
» XI »	33,2	39,7	59,7	47,8	55,9	236,3
» XII »	26,9	28,8	54,8	45,2	23,5	179,2

Afin de faire apparaître l'importance relative de ces données, les stocks finaux des années 1954, 1955 et 1956 ont été rapportés ci-dessous à la production moyenne par jour ouvré de chaque bassin et du Royaume.

On obtient ainsi, pour chaque bassin, le nombre de journées de travail dont la production entière était en stock à la fin de chacune des années considérées.

Om de betrekkelijke belangrijkheid van deze cijfers in het licht te stellen worden de voorraden op het einde van 1954, 1955 en 1956 hierna uitgedrukt in functie van de gemiddelde productie per gewerkte dag, enerzijds in de verschillende bekkens, anderzijds in heel het Rijk. Aldus bekomt men voor elk bekken het aantal werkdagen waarvan de volledige productie op het einde van de beschouwde jaren in voorraad was.

jours	dagen		
BASSINS — BEKKENS	1954	1955	1956
Borinage	42,2	3,5	1,9
Centre — Centrum	39,9	7,3	2,2
Charleroi-Namur — Charleroi-Namen	28,4	4,4	2,2
Liège — Luik	4,8	3,2	2,8
Campine — Kempen	27,9	2,0	0,7
Royaume — Het Rijk	27,8	3,6	1,7

Durée du travail.

L'année 1956 a vu consacrer le principe de la réduction de la durée hebdomadaire du travail dans les mines à 45 heures, réforme qui avait été mise en application en 1936, mais avait été suspendue à la veille de la 2^e guerre mondiale, en 1939, et n'avait pas été remise en vigueur depuis. Toutefois, l'application intégrale de ce principe a été ajournée et les modalités d'application acceptées par les organisations ouvrières, pour l'année 1956, limitaient la réforme à l'octroi de 8 jours de repos supplémentaires effectifs dans l'année, au paiement d'une journée de salaire supplémentaire pour chacune de 15 quinzaines déterminées, moyennant certaines conditions d'assiduité et au paiement d'une prime de fin d'année égale au montant de trois autres

Arbeidsduur

In 1956 werd het beginsel aangenomen van de verkorting van de werktijd in de mijnen tot 45 uur per week; deze hervorming was reeds in 1936 ingevoerd geworden, maar in 1939, juist vóór de tweede wereldoorlog, geschorst en sedertdien niet meer toegepast. De volledige toepassing van dit beginsel werd evenwel nog uitgesteld; de door de vakbonden voor 1956 aanvaarde regeling beperkt de hervorming tot het invoeren van 8 nieuwe werkelijke rustdagen, tot het toekennen, onder bepaalde regelmatigheidsvoorwaarden, van het loon van één dag meer in ieder van 15 bepaalde veertiendaagse termijnen en tot de uitkering, eveneens in functie van de regelmatigheid, van een eindejaarspremie gelijk aan het loon van drie dagen.

journées de salaires, prime également liée à l'assiduité du bénéficiaire.

En fait, les limites légales de la durée du travail souterrain restaient fixées à huit heures par jour et à quarante-huit heures par semaine, descente et remonte comprises, alors qu'en 1936 ces limites avaient été effectivement ramenées à 7 h 30 et 45 h respectivement. La notion de « poste effectué » n'a donc subi aucun changement, mais, à effectif égal, le nombre de postes effectués dans l'année a baissé. Cette baisse a été moins importante pourtant que l'augmentation du nombre de jours de repos collectifs ne pourrait le faire présumer, car l'application des règles résumées ci-dessus a eu pour conséquence une réduction sensible du nombre d'absences individuelles injustifiées.

Personnel.

Rappel des définitions :

Les « ouvriers à veine » sont ceux qui sont pourvus d'un moyen portatif individuel d'abatage.

Les « ouvriers de l'abatage » comprennent, outre les ouvriers à veine, leurs aides, les haveurs et leurs aides, les foreurs en veine et leurs aides, les préposés au tir à l'ébranlement, les rapresteurs et les hayeurs.

Les « ouvriers de la taille » comprennent les ouvriers de l'abatage, de la suite de l'abatage et du contrôle du toit, jusqu'au transport exclu.

* * *

Ci-dessous figure pour chaque bassin et pour le Royaume, le nombre de postes effectués au cours de l'année par les ouvriers à veine, les ouvriers de la taille, les ouvriers du fond et les ouvriers de la surface.

1.000 postes		1.000 diensten			
BASSINS BEKKENS	Ouvriers à veine Kolenhouwers	Ouvr. de la taille Pijlerarbeiders	Ouvr. du fond Ondergr. arbeid.	Ouvr. de la surf. Bovengr. arbeid.	Fond et surf. réunis Onder- en bovengr. samen
Borinage	758	1 641	4 131	1 516	5 647
Centre — Centrum	482	1 351	3 278	1 258	4 536
Charleroi-Namur - Namen	1 202	2 530	6 182	2 554	8 736
Liège — Luik	762	1 988	4 877	1 719	6 596
Campine — Kempen	1 052	2 695	7 018	2 603	9 621
<i>Royaume — Het Rijk</i>	4 256	10 205	25 486	9 650	35 136

La statistique technique définitive relative à l'année 1956, qui sera publiée prochainement, donnera des indications plus complètes relatives à l'occupation de la main-d'œuvre.

Feitelijk bleven de wettelijke grenzen van de arbeidsduur in de ondergrond vastgesteld op acht uur per dag en achtenveertig uur per week, terwijl deze grenzen in 1936 onderscheidenlijk teruggebracht waren tot 7 u 30 en 45 u. Het begrip « verrichte dienst » is bijgevolg hetzelfde gebleven, maar met eenzelfde aantal arbeiders is het aantal diensten gedurende het jaar 1956 verminderd. De daling is nochtans niet zo aanzienlijk geweest als de vermeerdering van het aantal collectieve rustdagen had kunnen doen vermoeden, want de hoger aangehaalde regeling heeft het aantal ongewettigde individuele afwezigheden aanzienlijk doen dalen.

Personeel

Bepalingen :

« Kolenhouwers » zijn arbeiders die over een draagbaar, individueel afhouwmiddel beschikken.

De « hakarbeiders » omvatten buiten de kolenhouwers, hun helpers, de ondersnijders en hun helpers, de boorders in de kool en hun helpers, de arbeiders belast met het schokschieten en de afdekkers.

De « pijlararbeiders » omvatten de hakarbeiders, de arbeiders belast met de verrichtingen volgend op het hakwerk en met de dakcontrole, tot aan het vervoer, dit laatste niet inbegrepen.

* * *

In de hiernavolgende tabel is voor ieder bekken en voor heel het Rijk het aantal diensten aangegeven die in 1956 door de kolenhouwers, de pijlararbeiders, de ondergrondse en de bovengrondse arbeiders verricht werden.

De definitieve technische statistiek over het jaar 1956, die eerlang zal verschijnen, zal meer volledige inlichtingen over de tewerkstelling van de arbeidskrachten bevatten.

Production par poste effectué ou rendement(Voir tableaux n^{os} 4 et 5)

Le rendement est la production réalisée par un ouvrier pendant un poste de travail d'une durée légale, c'est-à-dire en Belgique de 8 heures, descente et remonte comprises pour les ouvriers du fond.

Le tableau n^o 4 et le diagramme donnent l'évolution du rendement, exprimé en kilogrammes produits par poste, au cours des divers mois de l'année 1956. Dans le tableau n^o 4, le minimum et le maximum sont indiqués.

Productie per verrichte dienst of rendement

(Zie tabellen 4 en 5)

Het rendement is de productie van een arbeider gedurende een arbeidsdienst van de wettelijke duur, d.i. in België een dienst van 8 uur, voor de ondergrondse arbeiders de tijd voor het afdalen en het stijgen inbegrepen.

Tabel 4 geeft, voor de verschillende maanden van 1956, het verloop weer van het rendement, uitgedrukt in kilogram voortgebracht per dienst.

In tabel 4 zijn de hoogste en de laagste rendementen aangeduid.

TABLEAU N^o 4 — TABEL 4

RENDEMENTS MOYENS PENDANT LES MOIS DE 1956

GEMIDDELD RENDEMENT TIJDENS DE MAANDEN VAN 1956

MOIS MAAND	kg/poste		kg/dienst	
	Ouvriers à veine Kolenhouwers	Ouvriers de la taille (y compris ouv. à veine) Pijlararbeiders (kolenhouwers inbegrepen)	Ouvriers du fond (y compris ouv. taille) Ondergrondse arbeiders (pijlararb. inbegrepen)	Ouvriers du fond et de la surface Ondergrondse en bovengrondse arbeiders samen
1956				
I	6 720	2 820	1 135	837
II	6 691 Min.	2 774 Min.	1 112 Min.	813 Min.
III	6 868	2 843	1 151	849
IV	7 023	2 918	1 176	859
V	6 873	2 890	1 176	858
VI	6 974	2 951	1 190 Max.	862 Max.
VII	7 252 Max.	2 990 Max.	1 172	831
VIII	7 086	2 947	1 163	830
IX	7 006	2 932	1 159	827
X	7 010	2 917	1 164	840
XI	6 958	2 903	1 162	844
XII	7 038	2 912	1 158	838

Le tableau n^o 5 met en regard pour l'année et par bassin, le rendement des ouvriers à veine, des ouvriers du fond et des ouvriers du fond et de la surface des années 1955 et 1956.

Ce tableau montre que le rendement des ouvriers du fond du Royaume s'est encore légèrement amélioré entre les années 1955 et 1956 (12 kg, soit 1 %).

Il met également en relief la forte augmentation du rendement « à veine » dans le bassin de Campine (1.975 kg, soit presque 25 %), et sa faible influence sur le rendement global « fond » de ce bassin. Ce phénomène, lié à l'évolution de la technique de l'abatage trouvera son explication dans la statistique technique.

In tabel 5 wordt voor ieder bekken en voor heel het Rijk een vergelijking gemaakt tussen het rendement van de kolenhouwers, de ondergrondse arbeiders en de ondergrondse en bovengrondse arbeiders samen in 1955 en in 1956.

Hieruit blijkt dat het rendement van de ondergrondse arbeiders voor heel het Rijk van 1955 tot 1956 weer lichtjes gestegen is (12 kg, hetzij 1 %).

Tabel 5 stelt eveneens de aanzienlijke stijging van het rendement « houwers » in het Kempisch bekken in het licht (1.975 kg, hetzij bijna 25 %) alsmede de geringe invloed van deze stijging op het globaal rendement « ondergrond » van dit bekken.

Dit verschijnsel, dat met de evolutie van de haktechniek verband houdt, zal een verklaring vinden in de technische statistiek.

TABLEAU N° 5 — TABEL 5

RENDEMENTS MOYENS DANS LES DIFFERENTS BASSINS (1)
GEMIDDELD RENDEMENT IN DE VERSCHILLENDE BEKKENS (1)

BASSINS BEKKENS	Ouvriers à veine Kolenhouwers (kg)		Ouvriers du fond (ouvriers à veine compris) Ondergrondse arbeiders (houwers inbegrepen) (kg)		Ouvriers toutes catégories Alle categorieën arbeiders (kg)	
	1955	1956	1955	1956	1955	1956
	Borinage	5 314	5 262	941	965	682
Centre — Centrum	6 535	7 459	1 095	1 098	785	794
Charleroi-Namur — Charleroi-Namen	5 390	5 799	1 109	1 127	780	798
Liège — Luik	5 689	5 947	956	929	704	687
Sud — Zuiderbekkens	5 628	5 957	1 028	1 034	740	748
Campine — Kempen	7 974	9 949	1 484	1 492	1 070	1 088
Royaume — Het Rijk	6 250	6 944	1 148	1 160	826	841

(1) Chiffres provisoires — Voorlopige cijfers.

Indices de productivité

(Voir diagramme)

Le diagramme ci-dessous tend à dégager l'évolution de la productivité du travail en 1956 d'une manière plus explicite que les diagrammes de rendement antérieurement publiés. A cet effet, ce sont les indices (inverses des rendements), qui ont servi de base à son établissement et l'on y a porté les *différences* entre les indices mensuels de 1956 et l'indice moyen de 1955 pris comme base de référence. Pour mieux dégager l'influence des divers facteurs de la production ces différences sont données séparément pour les ouvriers à veine, pour les *autres* ouvriers de la taille (*sans* les ouvriers à veine) pour les *autres* ouvriers du fond (*sans* les ouvriers des tailles) et pour le personnel de la surface seule, alors que précédemment les rendements étaient donnés pour les ouvriers à veine, pour les ouvriers de la taille (y compris les ouvriers à veine), pour les ouvriers du fond (y compris les ouvriers de la taille) et pour l'ensemble du personnel, fond et surface.

On a porté dans le sens des ordonnées *positives* les gains en postes effectués par 100 tonnes nettes extraites, c'est-à-dire les *diminutions* d'indice par rapport à l'indice moyen de 1955 et dans le sens des ordonnées *negatives* les pertes en postes effectués par 100 tonnes, c'est-à-dire les *augmentations* d'indice par rapport à 1955.

Ainsi ces gains et pertes se cumulent par simple addition.

Les indices absolus de 1955 et ceux de chaque mois de 1956 sont reproduits au tableau n° 5 bis ci-dessous, ainsi que les différences entre les seconds et les premiers qui ont été portées au diagramme.

Productiviteitsindices

(Zie diagram)

In onderstaand diagram is het verloop van de productiviteit van de arbeid in 1956 duidelijker in het licht gesteld dan dit in de voorheen gepubliceerde rendementsdiagrammen het geval was. Te dien einde werden de indices (het omgekeerde van het rendement) als uitgangspunt genomen en werd alleen *het verschil* tussen de maandelijkse indices van 1956 en de gemiddelde indice van 1955 (de referentiebasis) in grafiek gebracht. Om de invloed van de verschillende factoren van de voortbrenging beter in het licht te stellen werden de verschillen afzonderlijk aangeduid voor de kolenhouwers, de *andere* pijlararbeiders (zonder de kolenhouwers), de *andere* ondergrondse arbeiders (zonder de pijlararbeiders) en voor de bovengrondse arbeiders alleen, terwijl de rendementen vroeger aangegeven werden voor de kolenhouwers, de pijlararbeiders (de kolenhouwers inbegrepen), de ondergrondse arbeiders (de pijlararbeiders inbegrepen) en voor de arbeiders van de ondergrond en de bovengrond samen.

In de zin van de *positive ordinaten* is het aantal diensten aangeduid die op 100 ton netto-gewonnen kolen *uitgespaard* werden, d.w.z. de *daling* van de indice t.o.v. de gemiddelde indice van 1955 en in de zin van de *negatieve ordinaten* het aantal diensten die per 100 ton netto-gewonnen kolen *meer verricht* werden, d.w.z. de *stijging* van de indice t.o.v. 1955.

Deze dalingen en stijgingen kunnen dus gewoon samengeteld worden.

De absolute indices van 1955 en deze van de verschillende maanden van 1956 zijn in de hiernavolgende tabel 5 bis aangeduid, samen met het verschil tussen de laatste en de eerste, dat in diagram gebracht werd.

TABLEAU N° 5 bis — TABEL 5 bis
EVOLUTION DES INDICES DE PRODUCTIVITE DE 1956 PAR RAPPORT A 1955
VERLOOP VAN DE PRODUCTIVITEITSINDICES VAN 1956 IN VERGELIJKING MET 1955

MOIS MAANDEN	INDICES														
	G : Gains — Uitgespaarde diensten							P : Pertes — Meer verrichte diensten							
	Ouvriers à veine Kolenhouwers	G	P	Autres o. de la taille Andere pijlerarb.	G	P	Autres o. du fond Andere ondergrondse arb.	G	P	Surface Bovengrond	G	P	Global Samen	G	P
1955															
Moyenne mens. Maand. gemidd.	16,00	—	—	20,13	—	—	51,01	—	—	33,95	—	—	121,09	—	—
1956 I	14,88	1,12	»	20,58	»	0,45	52,60	»	1,59	31,36	2,59	»	119,42	1,67	»
II	14,95	1,05	»	21,10	»	0,97	53,83	»	2,82	33,14	0,81	»	123,02	»	1,93
III	14,56	1,44	»	20,60	»	0,47	51,69	»	0,68	30,95	3,00	»	117,80	3,29	»
IV	14,24	1,76	»	20,03	0,10	»	50,73	0,28	»	31,41	2,54	»	116,41	4,68	»
V	14,55	1,45	»	20,04	0,09	»	50,48	0,53	»	31,43	2,52	»	116,50	4,59	»
VI	14,34	1,66	»	19,54	0,59	»	50,15	0,86	»	31,97	1,98	»	116,00	5,09	»
VII	13,80	2,20	»	19,64	0,49	»	51,88	»	0,87	35,07	»	1,12	120,39	0,70	»
VIII	14,11	1,89	»	19,82	0,31	»	52,02	»	1,01	34,49	»	0,54	120,44	0,65	»
IX	14,27	1,73	»	19,84	0,29	»	52,18	»	1,17	34,68	»	0,73	120,97	0,12	»
X	14,27	1,73	»	20,01	0,12	»	51,61	»	0,60	33,20	0,75	»	119,09	2,00	»
XI	14,37	1,63	»	20,08	0,05	»	51,58	»	0,57	32,43	1,52	»	118,46	2,63	»
XII	14,21	1,79	»	20,13	»	»	52,01	»	1,00	32,98	0,97	»	119,33	1,76	»
1956															
Moyenne mens. Maand. gemidd.	14,40	1,60	»	20,13	»	»	51,70	»	0,69	32,65	1,30	»	118,88	2,21	»

Le « gain » global en postes effectués par 100 tonnes nettes, s'élevait donc à 5,09 postes effectués en moins, en juin 1956 par rapport à la moyenne de 1955.

Le diagramme fait apparaître la diminution régulière de l'indice « à veine », qui est constamment inférieur de 1,05 à 2,20 postes par 100 tonnes à l'indice moyen de 1955 (16,00).

Les indices moyens de l'année 1956 sont pour :

- a) les ouvriers à veine 14,40, gain 1,60
- b) les autres ouvriers de la taille 20,13, statu quo
- c) les autres ouvriers du fond 51,70, perte 0,69
- d) les ouvriers de la surface 32,65, gain 1,30

et pour l'ensemble 118,88, gain 2,21 par 100 tonnes.

On voit que l'augmentation de la productivité du travail en 1956 repose exclusivement et presque à parts égales sur les ouvriers à veine et sur les ouvriers de la surface, tandis que la productivité des ouvriers du fond autres que les ouvriers à veine a eu tendance à décroître, surtout au cours du 2^e semestre.

Le diagramme fait apparaître aussi une chute sensible de la productivité en février 1956, en corrélation avec les intempéries d'un hiver exceptionnellement rigoureux et une dépression marquée au cours des mois d'été (juillet-septembre) en rapport avec la période des congés payés et avec les répercussions de la catastrophe de Marcinelle.

Globaal genomen werden in vergelijking met het gemiddelde van 1955 in juni 1956 dus 5,09 diensten uitgespaard per 100 ton gewonnen kolen.

Het diagram wijst op een regelmatige daling van de indice « houwers », die voortdurend van 1,05 tot 2,20 diensten per 100 ton beneden de gemiddelde indice van 1955 (16,00) blijft.

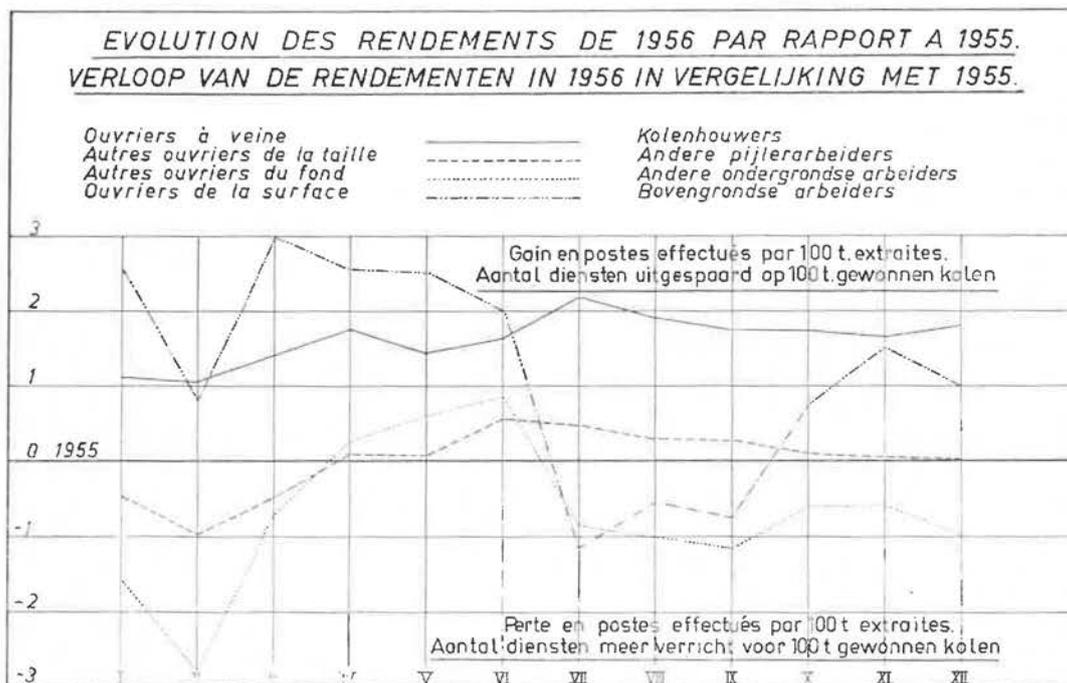
De gemiddelde indices van 1956 bedragen :

- a) 14,40 voor de kolenhouwers, winst 1,60
- b) 20,13 voor de andere pijlerarbeiders, statu quo.
- c) 51,70 voor de andere ondergrondse arbeiders, verlies 0,69.
- d) 32,65 voor de bovengrondse arbeiders, winst 1,30.

en samen : 118,88 diensten per 100 ton, winst 2,21.

Men stelt vast dat de stijging van de productiviteit in 1956 uitsluitend en ongeveer in gelijke mate aan de kolenhouwers en aan de bovengrondse arbeiders te danken is, terwijl de productiviteit van de ondergrondse arbeiders buiten de kolenhouwers, vooral tijdens het tweede halfjaar, een neiging tot dalen vertoont.

Het diagram wijst eveneens een gevoelige daling van de productiviteit aan in februari, als gevolg van de buitengewoon strenge winter, en een merkbare inzinking tijdens de zomermaanden (van juli tot september), die verband houdt met het verlot met behoud van loon en de weerslag van de ramp te Marcinelle.



Salaires.

(Voir tableaux n° 6 et 7)

Les salaires dont il est question représentent la rémunération de toute personne — ouvrier, surveillant, chef-ouvrier, contremaître ou autre — liée par un *contrat de travail*, en vertu de la loi du 10 mars 1900 sur le contrat de travail.

Il s'agit des *salaires bruts*, comprenant les sommes retenues pour l'alimentation des caisses de secours et de prévoyance, ainsi que les impôts retenus à la source.

Dans l'industrie minière, les salaires sont liés à l'index des prix de détail en vertu d'une Convention paritaire; en 1956, les fluctuations de l'index ont entraîné le relèvement généralisé de 2,5 % des barèmes à la date du 1^{er} mai. La hausse de l'index s'étant poursuivie, il a dépassé 105 en décembre et une nouvelle augmentation générale des salaires de 2,5 % a pris cours le 1^{er} janvier 1957.

En dehors de ces augmentations conventionnelles la Commission Nationale Mixte des Mines a décidé en séance du 21 septembre 1956, sous la double présidence de MM. les Ministres Troclet et Rey, une augmentation extra-conventionnelle des salaires, d'un taux de 10 ou 11 % selon les catégories, prenant cours le 1^{er} octobre, et l'octroi d'une prime de fin d'année de 3.000 F, payable en deux tranches de 1.500 F, respectivement fin décembre 1956 et fin mars 1957.

Le salaire moyen des ouvriers du fond qui se situait à 274,09 F en 1955 s'établit en 1956 à 288,26 F, et celui de toutes les catégories ensemble (fond et surface) passe de 249,08 F à 262,37 F.

Le tableau n° 6 indique les salaires journaliers moyens des années 1955 et 1956.

Lonen

(Zie tabellen 6 en 7)

De hierna vermelde lonen vertegenwoordigen de bezoldiging van de personen — werklieden, opzichters, hoofdopzichters, meestergasten, enz. — die volgens de wet van 10 maart 1900 door een arbeidsovereenkomst gebonden zijn.

Het zijn brutolonen, d.w.z. dat de bedragen afgehouden voor de hulp- en verzorgskassen en de aan de bron geheven belastingen er in begrepen zijn.

In de mijnnijverheid zijn de lonen krachtens een paritaire overeenkomst gekoppeld aan het indexcijfer der kleinhandelsprijzen; in 1956 heeft de stijging van het indexcijfer op 1 mei een algemene loonsverhoging van 2,5 % meegebracht. Het indexcijfer is blijven stijgen; het bedroeg meer dan 105 in december en op 1 januari 1957 is een nieuwe algemene loonsverhoging van 2,5 % ingetreden.

Buiten deze verhogingen voortspruitend uit de overeenkomsten heeft de Nationale Gemengde Mijncommissie op haar vergadering van 21 september 1956, gehouden onder het dubbel voorzitterschap van de HH. Ministers Troclet en Rey, besloten vanaf 1 oktober 1956 aan de mijnwerkers een extraconventionele loonsverhoging van 10 op 11 %, naargelang de categorie, toe te kennen en bovendien een eindjaarspremie van 3.000 F te verlenen, die in twee bedragen van 1.500 F, het eerste op einde december 1956, het tweede op einde maart 1957, uitbetaald werd.

Het gemiddeld loon van de ondergrondse arbeiders, dat in 1955 274,09 F bedroeg, is in 1956 gestegen tot 288,26 F en het gemiddeld loon van alle categorieën samen (ondergrond en bovengrond) van 249,08 F tot 262,37 F.

In tabel 6 zijn de gemiddelde daglonen in 1955 en in 1956 aangeduid.

Pour établir ces éléments, il a été tenu compte uniquement des salaires gagnés au cours de prestations effectives normales à l'exclusion de toute rémunération pour heures supplémentaires ou prestations supplémentaires des dimanches et jours fériés ainsi que des journées de salaire supplémentaire payées en application de la Convention sur la réduction de la durée hebdomadaire du travail à 45 heures. Ces résultats restent ainsi directement comparables à ceux des années antérieures.

Bij de berekening van deze lonen werd alleen rekening gehouden met het loon verdiend met werkelijk verrichte en normale prestaties, met uitsluiting van elke bezoldiging voor overuren, zondagwerk of prestaties op feestdagen en van het loon voor drie bijkomende dagen uitbetaald krachtens de overeenkomst betreffende de verkorting van de werktijd tot 45 uur per week. De uitslagen kunnen bijgevolg nog rechtstreeks met die van de voorgaande jaren vergeleken worden.

TABLEAU N° 6 — TABEL 6
SALAIRES JOURNALIERS MOYENS BRUTS (Chiffres provisoires)
GEMIDDELDE BRUTOLONEN PER DAG (Voorlopige cijfers)

BASSINS BEKKENS	Ouvriers à veine Kolenhouters		Ouvriers du fond (ouvr. à veine compris) Ondergrondse arbeiders (houters inbegrepen)		Ouvriers de la surface Bovengrondse arbeiders		Ouvriers de toutes catégories, fond et surface Alle categorieën arbeid (onder- en bovengrond)	
	1955	1956	1955	1956	1955	1956	1955	1956
Borinage	324,63	341,98	269,46	284,84	181,41	190,24	245,85	259,94
Centre — Centrum	327,81	348,20	263,24	275,99	183,08	191,29	241,30	252,94
Charl.-Namur - Namen	325,69	344,36	285,04	299,70	185,10	195,04	256,47	270,03
Liège — Luik	347,82	368,19	283,95	300,00	181,64	190,97	257,87	272,10
Sud — Zuiderbekkens	331,12	350,05	277,43	292,26	183,13	192,33	251,79	265,29
Campine — Kempen	321,52	345,35	264,72	277,75	180,36	192,47	241,51	254,67
Royaume — Het Rijk	328,57	348,89	274,09	288,26	182,39	192,37	249,08	262,37

Le tableau n° 7 donne pour chaque bassin le salaire brut par tonne nette extraite.

Les faibles améliorations du rendement fond, tant dans les bassins du Sud qu'en Campine, n'ont pas été suffisantes pour compenser la hausse des salaires, et au total, les salaires bruts par tonne extraite y ont augmenté respectivement de 8,40 F et de 3,50 F.

L'importante augmentation du rendement des ouvriers à veine, dont les salaires sont élevés, en Campine, augmentation signalée plus haut, explique l'incidence beaucoup moindre du relèvement des rémunérations sur le « salaire par tonne » dans ce bassin.

Comme il a été souligné à l'occasion des statistiques précédentes, les chiffres des tableaux n° 6 et 7 ne concernent que les salaires proprement dits, à l'exclusion des charges sociales y afférentes et des autres dépenses relatives à la main-d'œuvre.

In tabel 7 is voor de verschillende bekkens het brutoloon per netto-gewonnen ton aangegeven.

In de Kempen zomin als in de Zuiderbekkens volstond de lichte stijging van het rendement ondergrond om de loonsverhoging te compenseren en in totaal zijn de brutolonen per gewonnen ton er onderscheidenlijk met 3,50 en 8,40 F gestegen.

Dat de weerslag van de loonsverhoging op het loon per ton in de Kempen veel kleiner is dan in de Zuiderbekkens is te danken aan het feit dat, zoals hoger gezegd, de stijging van het rendement van de kolenhouters, die hoge lonen verdienen, in dit bekken veel groter was dan in de Zuiderbekkens.

Er weze nogmaals op gewezen dat de cijfers vermeld in de tabellen 6 en 7 alleen de eigenlijke lonen omvatten, met uitsluiting van de desbetreffende sociale lasten en de andere uitgaven in verband met de arbeidskrachten.

TABLEAU N° 7 — TABEL 7
SALAIRES PAR TONNE (Chiffres provisoires)
LOON PER TON (Voorlopige cijfers)

BASSINS BEKKENS	Salaires bruts par tonne nette extraite Brutoloon per netto-gewonnen ton		
	1954	1955	1956
Borinage	342,28	350,86	354,61
Centre — Centrum	301,66	299,06	304,03
Charleroi-Namur — Charleroi-Namen	321,88	319,41	323,76
Liège — Luik	354,68	356,48	378,97
Sud — Zuiderbekkens	330,74	331,19	339,59
Campine — Kempen	239,85	222,49	225,99
Royaume — Het Rijk	301,97	294,41	299,36

La prime de 3.000 F qui fut attribuée aux ouvriers à la fin de l'année 1956 et payée en 2 tranches en décembre 1956 et en mars 1957, comme exposé ci-dessus, n'est pas comprise dans les salaires journaliers moyens ni dans les salaires par tonne des tableaux n^{os} 6 et 7, non plus que les trois journées de salaire supplémentaires dont il a été question plus haut à propos de la réduction de la durée hebdomadaire du travail.

Prix des charbons.

Rappelons que depuis octobre 1953, les prix de vente des charbons des pays de la C.E.C.A. sont fixés par la Haute Autorité de la C.E.C.A. Le barème initial est resté en vigueur jusqu'au 15 juin 1955.

A partir du 16 juin 1955, les prix de certains charbons domestiques 1/2 gras, 1/4 gras et maigres ont été libérés par cette institution. Les producteurs ont donc fixé librement les prix des qualités non réglementées et l'ensemble des charbons belges se sont vendus jusqu'au 7 juin 1956 aux prix du barème reproduit dans la statistique sommaire de l'année 1955 (Voir *Annales des Mines* de mai 1956). Dans ce tableau, les prix indiqués en caractères gras avaient été fixés par les producteurs.

A partir du 8 juin 1956, la Haute Autorité de la C.E.C.A., considérant que des augmentations imprévisibles étaient intervenues dans les coûts de production des entreprises charbonnières belges, et que des augmentations similaires étaient intervenues également dans les coûts de production des autres bassins de la Communauté, avec pour conséquence une majoration de leurs prix de vente, a décidé qu'une augmentation des prix du charbon belge se justifiait.

Le nouveau barème publié à cette date est reproduit ci-dessous.

BAREME DES PRIX DE VENTE DES CHARBONS BELGES DU 8-6 AU 30-9-1956
BAREMA VAN DE VERKOOPPRIJZEN DER BELGISCHE KOLEN VAN 8-6 TOT 30-9-1956

SORTES SOORTEN	Calibre en mm Dikte in mm	Teneur en cendres eau Gehalte as water		Gras Vetkool		3/4 gras 3/4 vetkool	1/2 gras 1/2 vetkool	1/4 gras 1/4 vetkool	Maigres Magerkool
		%	%	Catégorie B	A				
Teneurs en matières volatiles - en % Gehalte aan vluchtige bestanddelen - %				> 28 1/2	20 à 28 1/2	16 à 20	12 1/2 à 16	10 à 12 1/2	< 10
Schlamms		20	20	375	375	375	375	370	370
Poussières bruts — Stofkolen	0/2	20	3	560	560	560	560	555	555
» »	0/5	20	3	580	580	580	580	575	575
Mixtes — Mixtekolen		20	7	550	550	550	550	540	540
Fines lavées — Gewassen fijnkolen	0/5—0/6	10	;	—	—	—	680	670	670
» »	2/5—2/6	10	7	—	—	—	700	690	690
» »	4/6	10	7	—	—	—	—	760	760
» »	0/10	10	7	700	720	715	700	690	690
Classés : — Gesorteerde kolen :									
Grains — Korrels	5/10—6/12	6 à 9	6	760	760	760	815	815	815
Braïsettes — Braïsetten	10/18—10/20	6 à 9	6	770	780	810	975	1 150	1 150
» »	12/22	6 à 8	5	—	—	—	1 053	1 300	1 300
» »	18/30—20/30	6 à 8	5	793	813	993	1 350	1 500	1 500
Têtes de moineaux — Mussenkoppen	30/50	5 à 8	5	813	833	1 033	1 340	1 375	1 375
Gailletins — Brokken	50/80	5 à 8	5	813	833	933	1 220	1 225	1 225
» »	80/120	5 à 8	5	773	793	—	1 080	1 080	1 080
Criblés — Stukkolen	> 80 mm	4 à 7	3	773	793	883	1 005	1 005	1 005
Gailletteries — Klompen	> 120 mm	4 à 7	3	—	—	—	1 005	1 005	1 005

De premie van 3.000 F, op het einde van 1956 aan de arbeiders toegekend en die, zoals hoger gezegd, in tweemaal uitbetaald werd, nl. de helft in december 1956 en de andere helft in maart 1957, is niet begrepen in het gemiddeld dagloon, noch in het loon per ton vermeld in de tabellen 6 en 7, evenmin trouwens als het loon van de drie dagen, waarover wij gesproken hebben ter gelegenheid van de verkorting van de werktijd.

De kolenprijzen

Er weze nogmaals op gewezen dat de verkoopprijzen van de kolen van de landen van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal sedert oktober 1953 vastgesteld worden door de Hoge Autoriteit. Het oorspronkelijk barema bleef van kracht tot 15 juni 1955.

Vanaf 16 juni 1955 werden sommige soorten huisbrand 1/2 vetkool, 1/4 vetkool en magerkool, door deze instelling vrijgegeven. De producenten hebben dan ook vrijwillig de prijzen van de niet gereglementeerde categorieën vastgesteld en tot op 7 juni 1956 werden de Belgische kolen verkocht tegen de prijzen van het barema dat in de beknopte statistiek over het jaar 1955 opgenomen is. (Zie *Annalen der Mijnen*, mei 1955). De prijzen, in deze tabel in vetjes aangeduid, werden door de producenten vastgesteld.

Overwegende dat zich onvoorzienbare stijgingen in de productiekosten van de Belgische kolenmijnondernemingen voorgedaan hadden en dat dergelijke stijgingen in de productiekosten zich eveneens in de andere bekkens van de Gemeenschap hadden doen gelden, heeft de Hoge Autoriteit van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal besloten dat een verhoging van de prijzen van de Belgische kolen vanaf 8 juni 1956 gewettigd was.

Op genoemde datum werd onderstaand barema van kracht :

Par rapport au barème précédent, les prix indiqués dans le tableau ci-dessus ont évolué comme suit :

- 1^o) Augmentation du prix des schlamms, poussières bruts et mixtes (32 F à 47 F) ;
- 2^o) Augmentation du prix des fines à coke (17 F à 47 F) ;
Fixation du prix d'une nouvelle sorte, les fines lavées 4/6, 1/4 gras et maigres, à 760 F ;
- 3^o) Augmentation du prix des classés 5/10, 10/12 (17 F à 25 F) ;

Augmentation du prix des classés 10/18, 10/20, à l'exclusion des 1/4 gras et maigres (25 F à 97 F) ;

Augmentations du prix des classés 12/22, 1/2 gras (50 F) ;

Augmentation du prix des classés 18/30, 20/30, gras A, gras B et 3/4 gras (10 F) ;

Fixation du prix des gailletins 80/120, gras B et gras A, respectivement à 773 F et 793 F.

Les sortes non reprises dans l'énumération ci-dessus, de même que les qualités non réglementées dont les producteurs avaient eux-mêmes fixé les prix, n'ont pas subi d'augmentation.

Les prix indiqués en caractère gras dans le tableau ont été fixés par les producteurs.

Enfin, il y a lieu de signaler que 3 charbonnages du bassin de Liège sont encore autorisés à facturer une prime de provenance de 75 F à la tonne pour les calibres supérieurs à 10 mm dans les 1/4 gras et maigres et que des primes de qualité de 75 et de 50 F à la tonne ont été rétablies en faveur de 19 charbonnages des bassins de Charleroi-Namur et de Liège.

Le barème fixé par la Haute Autorité le 8 juin 1956 est resté en vigueur jusqu'au 30 septembre 1956.

De nouvelles augmentations imprévisibles étant intervenues dans les coûts de production des entreprises charbonnières belges à partir du 1^{er} octobre 1956, la Haute Autorité a établi un nouveau barème de vente, en vigueur à partir de cette date.

Ce nouveau barème est reproduit ci-dessous.

In vergelijking met het vorig barema zijn de prijzen in deze tabel aangeduid als volgt gestegen :

- 1^o) Verhoging van de prijzen van schlamm, stofkolen en mixtekolen (32 F à 47 F) ;
- 2^o) Verhoging van de prijs van cokesfijnkool (17 F à 47 F) ;
Vaststelling van de prijs van een nieuwe soort, de gewassen fijnkolen 4/6, 1/4 vetkool en magerkool, op 760 F ;
- 3^o) Verhoging van de prijs van gesorteerde kolen 5/10, 10/12 (17 F à 25 F) ;

Verhoging van de prijs van gesorteerde kolen 10/18, 10/20, met uitsluiting van 1/4 vetkool en magerkool (25 F à 97 F) ;

Verhoging van de prijs van gesorteerde kolen 12/22, 1/2 vetkool (50 F) ;

Verhoging van de prijs van gesorteerde kolen 18/30, 20/30, vetkool A, vetkool B en 3/4 vetkool (10 F) ;

Vaststelling van de prijs van brokken 80/120, vetkool B en vetkool A, onderscheidelijk op 773 F en 793 F.

De in deze lijst niet vermelde soorten en de niet-gereguleerde soorten, waarvoor de producenten zelf de prijzen bepaald hadden, zijn niet in prijs gestegen.

De prijzen in bovenstaande tabel in vetjes aangeduid werden door de producenten vastgesteld.

Ten slotte dient aangestipt dat drie mijnen van het bekken van Luik nog toelating bezitten voor kolen van meer dan 10 mm dikte van de categorieën 1/4 vetkool en magerkool een premie van herkomst van 75 F per ton aan te rekenen en dat voor 19 mijnen van de bekken van Charleroi-Namen en Luik opnieuw kwaliteitspremiën van 75 F en 50 F per ton ingevoerd werden.

Het op 8 juni 1956 door de Hoge Autoriteit afgekondigd barema is tot 30 september 1956 van kracht gebleven.

Toen met ingang van 1 oktober 1956 zich nieuwe onvoorziene stijgingen in de productiekosten van de Belgische kolenmijnondernemingen voorgedaan hadden, heeft de Hoge Autoriteit een nieuw barema van de verkoopprijzen vastgesteld dat op voormelde datum in werking getreden is.

Dit nieuw barema is hierna afgedrukt.

BAREME DES PRIX DE VENTE DES CHARBONS BELGES DU 1-10-1956 AU 13-1-1957
BAREMA VAN DE VERKOOPPRIJZEN DER BELGISCHE KOLEN VAN 1-10-1956 TOT 13-1-1957

SORTES SOORTEN	Calibre en mm Dikte in mm	Teneur en cendres eau Gehalte as water % %		Gras Vetkool Catégorie B A		$\frac{3}{4}$ gras $\frac{3}{4}$ vetkool	$\frac{1}{2}$ gras $\frac{1}{2}$ vetkool	$\frac{1}{4}$ gras $\frac{1}{4}$ vetkool	Maigres Magerkool
Teneurs en matières volatiles - en % Gehalte aan vluchtige bestanddelen - %				20 à > 28 1/2	20 à 28 1/2	16 à 20	12 1/2 à 16	10 à 12 1/2	< 10
Schlamm		20	20	440	440	440	440	440	440
Poussiers bruts — Stofkolen	0/2	20	3	645	645	645	645	645	645
» »	0/5	20	3	655	655	655	655	655	655
Mixtes — Mixtekolen		20	7	640	640	640	640	640	640
Fines lavées — Gewassen fijnkolen	0/5—0/6	10	7	—	—	—	770	770	770
» »	2/5—2/6	10	7	—	—	—	790	790	790
» »	4/6	10	7	—	—	—	—	860	860
» »	0/10	10	7	790	810	805	790	790	790
Classés : — Gesorteerde kolen :									
Grains — Korrels	5/10—6/12	8	6	835	835	835	890	890	890
Braïettes — Braïetten	10/18—10/20	6 à 9	6	845	855	885	1 065	1 205	1 205
» »	12/22	6 à 8	5	—	—	—	1 125	1 355	1 355
» »	18/30—20/30	6 à 8	5	870	890	1 070	1 405	1 555	1 555
Têtes de moineaux — Mussenkoppen	30/50	5 à 8	5	890	910	1 110	1 395	1 430	1 430
Gaïlletins — Brokken	50/80	5 à 8	5	890	910	1 010	1 275	1 280	1 280
» »	80/120	5 à 8	5	850	870	—	1 135	1 135	1 135
Criblés — Stukkolen	> 80 mm	4 à 7	3	850	870	960	1 060	1 060	1 060
Gaïlletteries — Klompen	> 120 mm	4 à 7	3	—	—	—	1 060	1 060	1 060

Par rapport au barème précédent, les prix indiqués dans le tableau ci-dessus ont évolué comme suit :

- 1°) Hausse générale de 65 à 100 F à la tonne sur toutes les qualités dont les prix sont fixés par la Haute Autorité ;
- 2°) Hausse générale de 55 F à la tonne sur les qualités dont les prix sont fixés librement par les producteurs ; ces prix sont indiqués en caractères gras dans le tableau.

Enfin les primes de provenance et de qualité fixées par le barème précédent sont maintenues.

Les régime de la péréquation « a » allouée par la C.E.C.A. aux producteurs de charbons belges, à l'exception de trois charbonnages du bassin de Campine, tel qu'il a été défini dans les commentaires de la statistique provisoire de 1955, n'a pas subi de modification en 1956. Toutefois, le montant de la péréquation a été réduit d'un tiers depuis le 10 février 1956.

Production et prix du coke.

A. — Production.

La production de coke a marqué une augmentation considérable en 1956 par rapport à 1955. Pour l'ensemble du Royaume, elle a atteint 7.270.450 tonnes.

In vergelijking met het vorig barema zijn de prijzen in deze tabel aangeduid als volgt gestegen :

- 1°) Algemene stijging van 65 F tot 100 F per ton voor alle categorieën waarvoor de prijzen door de Hoge Autoriteit vastgesteld werden ;
- 2°) Algemene stijging van 55 F per ton voor alle categorieën waarvoor de prijzen door de producenten vrijwillig vastgesteld werden ; deze prijzen zijn in de tabel in vetjes aangeduid.

De premie van herkomst en de kwaliteitspremiën in het vorig barema voorzien blijven behouden.

De péréquation « a » door de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal aan de producenten van Belgische kolen, met uitzondering van drie mijnen van het Kemisch bekken, verleend, bleef in 1956 onderworpen aan de regeling die in de beschouwingen bij de voorlopige statistiek over het jaar 1955 uiteengezet werd. Sedert 10 februari 1956 werd het bedrag van de péréquation « a » evenwel met een derde verminderd.

Productie en prijzen van cokes

A. — Productie.

In vergelijking met 1955 is de productie van cokes in 1956 aanzienlijk gestegen. Voor heel het Rijk bedroeg zij 7.270.450 ton.

TABLEAU N° 8 — TABEL 8
 PRODUCTION DE COKE — PRODUCTIE VAN COKES

1.000 t

MOIS MAAND	Cokeries minières Cokesfabrieken van de mijnen	Cokeries sidérurgiques Cokesfabrieken in de staalnijverheid	Autres cokeries Andere cokesfabrieken	Royaume Het Rijk
I	190,3	387,8	103,2	600,3
II	109,1	354,3	97,2	560,6
III	118,0	387,2	104,3	609,5
IV	115,2	375,8	98,6	589,6
V	118,2	387,9	101,7	607,8
VI	116,5	376,8	100,6	593,9
VII	121,8	381,0	102,5	605,3
VIII	119,6	399,2	101,4	620,2
IX	118,0	389,6	101,6	609,2
X	122,6	406,2	106,0	634,8
XI	119,4	387,2	101,5	608,1
XII	123,5	403,2	104,5	631,2
Total - 1956 - Totaal	1 411,2	4 636,2	1 223,1	7 270,5
Total 1955 (1) Totaal	1 179,4	4 369,6	1 049,0	6 598,0
» 1954 (1) »	1 079,3	4 077,0	990,5	6 146,8
» 1953 (1) »	960	3 920	1 065	5 945
» 1952 (1) »	1 161	4 047	1 199	6 407
» 1951 (1) »	1 113	3 864	1 119	6 096

(1) Chiffres définitifs de la statistique annuelle (petit coke compris).

(1) Definitieve cijfers van de jaarstatistiek (fijne cokes inbegrepen).

B. — Prix.

Le Gouvernement belge avait depuis 1949 replacé le prix de vente du coke sous le régime du prix normal ; la Haute Autorité en reprenant les attributions du Gouvernement belge en la matière n'a pas imposé de prix de vente aux cokeries belges, mais en fonction de la décision du 12 février 1953 relative à la publication des barèmes, les diverses entreprises ont été tenues de rendre publics leurs prix de vente.

En 1955 un certain nombre de cokeries avaient déjà relevé leurs prix au cours du 4^e trimestre. Cette hausse, de l'ordre de 100 F la tonne pour le gros coke métallurgique, avait porté le prix de ce dernier de 1.050 F en moyenne à 1.150 F. Plusieurs autres cokeries ont procédé à ce rajustement à la date du 1^{er} janvier 1956. Fin avril et début mai, un nouveau relèvement a porté le prix de la tonne de gros coke à 1.250 F dans la grande majorité des cokeries. Enfin, au début d'octobre, toutes les cokeries ont à nouveau majoré leurs tarifs et le prix de la tonne de gros coke métallurgique a été porté à 1.400 F dans la plupart d'entre elles (10). Ces hausses, favorisées par la conjoncture, sont en rapport avec l'évolution des prix des charbons analysée plus haut et spécialement avec les majorations de prix autorisées par la C.E.C.A. en juin et octobre 1956.

Les cotations des exportations vers les pays tiers ont dépassé sensiblement en moyenne, encore que dans des proportions fort variables, celles du marché intérieur.

B. — Prijzen.

Sedert 1949 had de Belgische Regering de verkoopprijs van de cokes onder het regime van de normale prijs gesteld ; toen de Hoge Autoriteit de bevoegdheden van de Belgische Regering terzake overnam, heeft zij aan de Belgische cokesfabrieken geen verkoopprijzen opgelegd, maar krachtens de beslissing van 12 februari 1953 betreffende de publicatie van de barema's, waren de ondernemingen verplicht hun verkoopprijzen bekend te maken.

In 1955, tijdens het vierde kwartaal, hadden verscheidene cokesfabrieken hun prijzen reeds verhoogd. Deze stijging bedroeg ongeveer 100 F per ton voor de dikke hoogovenokes, zodat de prijs van deze laatste soort van 1.050 F gemiddeld op 1.150 F gebracht werd. Verscheidene andere cokesfabrieken hebben deze aanpassing op 1 januari 1956 doorgevoerd. Einde april - begin mei steeg de prijs van de dikke cokes bij de meeste producenten tot 1.250 F per ton. Ten slotte hebben alle cokesfabrieken in het begin van de maand oktober hun tarieven nogmaals verhoogd en de prijs van de dikke hoogovenokes op 1.400 F per ton gebracht (10). Deze prijsstijgingen werden door de economische conjunctuur in de hand gewerkt en houden verband het de hoger beschreven evolutie van de kolenprijzen en meer bepaald met de in juni en oktober 1956 door de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal toegestane prijsverhogingen.

Gemiddeld hebben de prijzen van de uitvoer naar derde landen de prijzen op de binnenlandse markt aanzienlijk overtroffen, maar in zeer veranderlijke mate.

Les cokes classés ont suivi une évolution analogue et les prix de vente, départ-usine, furent généralement relevés au cours de l'année de quelque 25 %.

De gesorteerde cokes hebben een gelijkaardige evolutie gekend en de verkoopprijzen vertrek fabriek werden in de loop van het jaar met ongeveer 25 % verhoogd.

Production et prix des agglomérés.

A. — Production.

Productie en prijzen van agglomeraten.

A. — Productie.

TABLEAU N° 9 — TABEL 9
PRODUCTION D'AGGLOMERES
PRODUCTIE VAN AGGLOMERATEN

MOIS — MAAND		Royaume — Het Rijk
1956	I	155,9
	II	118,9
	III	164,3
	IV	155,2
	V	156,8
	VI	154,6
	VII	119,6
	VIII	141,9
	IX	147,3
	X	176,7
	XI	170,5
	XII	158,5
Total	1956 Totaal	1 820,2
»	1955 (1) Totaal	1 554,1
»	1954 (1) »	1 378,3
»	1953 (1) »	1 332,6
»	1952 (1) »	1 482,9
»	1951 (1) »	1 810,1

(1) Chiffres définitifs de la statistique annuelle

(1) Definitieve cijfers van de jaarstatistiek.

B. — Prix.

Les agglomérés de houille étant soumis à la juridiction de la C.E.C.A., leur prix de vente est fixé par cet organisme en même temps que celui du charbon.

Le premier barème de la Haute Autorité est entré en vigueur le 15 mars 1953 ; il est resté en application jusqu'au 7 juin 1956.

Le prix de vente des agglomérés a été modifié par la Haute Autorité le 8 juin et puis à nouveau le 1^{er} octobre 1956.

Le tableau ci-dessous donne l'évolution du prix des agglomérés depuis le 15 mars 1953.

B. — Prijzen.

Aangezien de steenkoolagglomeraten tot de bevoegdheid van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal behoren, wordt de verkoopprijs er van, samen met de prijs van de kolen, door deze instelling vastgesteld.

Het eerste barema van de Hoge Autoriteit is op 15 maart 1953 in werking getreden ; het is tot 7 juni 1956 toegepast gebleven.

De Hoge Autoriteit heeft de verkoopprijs van de agglomeraten gewijzigd op 8 juni en op 1 oktober 1956.

Onderstaande tabel geeft de verschillende prijzen weer sedert 15 maart 1953.

SORTES SOORTEN	Poids Gewicht	Teneur en cendres . eau Gehalte as water	Barème en vigueur — Officieel barema			
			du van au tot	15-3-1953 7-6-1956	du van au tot	8-6-1956 30-9-1956
<i>Briquettes</i> <i>Briketten</i>			1/2 gras 1/2 vetkool		1/2 gras 1/2 vetkool	1/2 gras 1/2 vetkool
Type marine	10 kg	9 à 10	5	925	970	1 055
Type II	10 kg	9 à 10	5	900	945	1 030
<i>Boulets</i> <i>Eierkolen</i>			1/2 gras 1/2 vetkool	maigre magerkool	1/2 gras et maigre 1/2 vetkool en magerkool	1/2 gras et maigre 1/2 vetkool en magerkool
	20 g	< 8	—		1 030	1 125
	45 g	8 à 10	—	910	960	1 055
	100 g	10/14	—	870	915	1 010
		> 14	—	830	870	965

Revue du marché charbonnier belge.

Le tableau n° 10 donne l'aspect général du marché charbonnier belge au cours de l'année 1956, et la comparaison de ces chiffres avec ceux de l'année 1955.

Overzicht van de Belgische kolenmarkt.

Tabel 10 geeft een algemene kijk op de Belgische kolenmarkt in 1956. Ter vergelijking zijn ook de cijfers van 1955 aangeduid.

TABLEAU N° 10 — TABEL 10

ASPECT DU MARCHÉ CHARBONNIER BELGE EN 1956
OVERZICHT VAN DE BELGISCHE KOLENMARKT IN 1956

1.000 t

	1955 (1)			1956 (1)		
	Charbon Kolen	Agglomérés Agglomeraten	Cokes Cokes	Charbon Kolen	Agglomérés Agglomeraten	Cokes de four Ovencokes
1. Production — Productie	29 978	1 553	6,600	29 555	1 820	7 270
2. Importations — Invoer	3 634	51	141	4 787	72	137
3. Stocks au 1 ^{er} janv — Voorraden op 1 januari	2 823 (2)	12	127	447 (3)	7 (7)	72 (8)
4. Disponibilités belges — Beschikbaar in België	36 435	1 616	6 868	34 789	1 899	7 479
5. Consomm. propre des product. et fournit. au personnel — Door de produc. zelf verbruikt en geleverd aan het personeel	3 378	185	208	3 491	196	206
6. Fournitures à l'intérieur — Leve- ringen in België	25 560	946	5 812	26 583	1 056	6 260
7. Exportations — Uitvoer	7 050	478	776	4 463	641	926
8. Stocks au 31 déc. — Voorraden op 31 december	447 (3)	7 (4)	72 (5)	252 (6)	6 (8)	87

(1) Chiffres provisoires.

(2) Stock, rectifié, y compris 8.000 t en stock chez les importateurs.

(3) Y compris 76.000 t en stock chez les importateurs.

(4) Y compris 1.000 t en stock chez les importateurs.

(5) Y compris 1.000 t en stock chez les importateurs.

(6) Y compris 73.000 t en stock chez les importateurs.

(7) Stock rectifié, y compris 1.000 t en stock chez les importateurs.

(8) Stock rectifié, y compris 1.000 t en stock chez les importateurs.

(9) Stock rectifié, y compris 1.000 t en stock chez les importateurs.

(1) Voorlopige cijfers.

(2) Verbeterde hoeveelheid, 8.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(3) 76.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(4) 1.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(5) 1.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(6) 73.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(7) Verbeterde hoeveelheid, 1.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(8) Verbeterde hoeveelheid, 1.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

(9) Verbeterde hoeveelheid, 1.000 t in voorraad bij de importeurs inbegrepen.

Le tableau n° 11 donne le détail des fournitures au marché intérieur d'après les différents secteurs de destination. Le tableau a été complété au moyen des fournitures de cokes de gaz, de briquettes de lignite et de semi-coke de houille.

In tabel 11 zijn de leveringen in België ingedeeld volgens de verschillende verbruikssectoren. Ook de leveringen van gascokes, bruinkoolbriketten en steenkoolhalfcokes zijn in deze tabel aangeduid.

TABLEAU N° 11 — TABEL 11
FOURNITURES AU MARCHÉ INTERIEUR EN 1956
LEVERINGEN OP DE BINNENLANDSE MARKT IN 1956

Secteurs de consommation Verbruikssectoren	Charbon Kolen	Agglomérés Agglomeraten	Cokes de four Ovencokes	Cokes de gaz Gascokes	Lignites Bruinkool	Semi-coke de houille Steenkool-halfcokes
Cokeries et usines à gaz — Cokes- en gasfabrieken	9 596	—	1	—	—	—
Fabriques d'agglom. — Briketfabr.	1 688	—	—	—	—	—
Centrales électr. — Electr. centrales	3 105	2	28	—	2	—
Transports — Vervoer	1 315	174	26	—	—	—
Sidérurgie — IJzer- en staalnijverh.	255	56	5 215	—	—	—
Autres industries — Overige nijverheidstakken	4 414	143	771	1	10	—
Foyers domest. et artisanat — Huisbrand en kleinbedrijf	6 211	681	219	2	90	—
<i>Total — Totaal</i>	<i>26 583</i>	<i>1 056</i>	<i>6 260</i>	<i>3</i>	<i>102</i>	<i>—</i>

Par rapport à l'année 1955, le marché intérieur belge a augmenté ses achats de charbon d'environ 1 million de tonnes.

Ces suppléments de fournitures se répartissent comme suit parmi les secteurs de consommation :

Cokeries	+ 0,9	(million de tonnes)
Fabriques d'agglomérés	+ 0,2	»
Centrales électriques	— 0,2	»
Transports	— 0,1	»
Sidérurgie	—	»
Autres industries	+ 0,2	»
Foyers domest. et artisanat	—	»

Les tableaux n°s 12, 13, 14 et 15 donnent respectivement les détails des importations et des exportations par pays d'origine et de destination. Les renseignements figurant dans ces tableaux ont été établis au moyen de données fournies par les producteurs et par les importateurs, et ne concernent que la Belgique.

Les chiffres officiels de l'Union économique Belgo-Luxembourgeoise, établis par l'Administration des Douanes, seront donnés dans la statistique définitive.

La comparaison du commerce extérieur de 1956 avec celui de 1955 se caractérise par une augmentation considérable des importations de charbon, qui atteignent près du triple de leur niveau de 1952 et dépassent de près d'un tiers celles de 1955 (31,7 %) et par une diminution brutale du volume des exportations qui tombent de 7.050.400 tonnes en 1955 à 4.462.737 en 1956 (— 36,7 %) et sont à peine supérieures à celles de 1953.

En matière de cokes s'est manifestée une tendance inverse : diminution rapide des importations (— 31 %) et forte augmentation des exportations qui ont passé de 779.355 t en 1955 à 927.600 t en 1956 (y compris les réexportations de cokes importés) (+ 19 %). Les exportations d'agglomérés sont aussi en forte augmentation (+ 163.670 t ou 34 %), en face d'un relèvement modéré des importations (+ 21.480 t).

In vergelijking met 1955 heeft de Belgische markt in 1956 ongeveer 1 miljoen ton kolen meer gekocht.

De verhoging wordt als volgt onder de verschillende sectoren verdeeld :

Cokesfabrieken	+ 0,9	(1.000.000 ton)
Briketfabrieken	+ 0,2	»
Electrische centrales	— 0,2	»
Vervoer	— 0,1	»
IJzer- en staalnijverheid	—	»
Overige nijverheidstakken	+ 0,2	»
Huisbrand en kleinbedrijf	—	»

In de tabellen 12, 13, 14 en 15 zijn de ingevoerde en de uitgevoerde hoeveelheden ingedeeld volgens het land van herkomst of van bestemming. Deze inlichtingen steunen op de aangiften van de producenten en van de importeurs ; zij betreffen uitsluitend België.

De officiële cijfers van de Belgisch-Luxemburgse Economische Unie, door het Tolbestuur opgemaakt, zullen in de definitieve statistiek gepubliceerd worden.

Als wij de buitenlandse handel van 1956 vergelijken met die van 1955, stellen wij een aanzienlijke verhoging van de invoer van steenkolen vast. In 1956 bedroeg deze invoer haast het driedubbele van de invoer in 1952 en overtrof haast met één derde de invoer in 1955 (31,7 %). Verder stellen wij een plotse vermindering van de uitgevoerde hoeveelheden vast ; deze bedroegen 4.462.737 ton in 1956 tegen 7.050.400 ton in 1955 (daling van 36,7 %), wat nauwelijks iets meer is dan in 1953.

Wat de cokes betreft, is de toestand omgekeerd : snelle daling van de invoer (— 31 %) en belangrijke stijging van de uitvoer, die van 779.355 ton in 1955 opgelopen is tot 927.600 ton in 1956 (de wederuitvoer van ingevoerde cokes inbegrepen), (+ 19 %). Ook de uitvoer van agglomeraten is aanzienlijk gestegen (+ 163.670 ton of 34 %), terwijl de invoer van dergelijke producten lichtjes toegenomen is (+ 21.480 t).

TABLEAU N° 12 — TABEL 12

IMPORTATIONS BELGES DE CHARBON EN 1956

INVOER VAN STEENKOLEN IN BELGIE IN 1956

t

PROVENANCES LANDEN VAN HERKOMST	Groupe I Groep I	Groupe II Groep II	Groupe III Groep III	Groupe IV Groep IV	Groupe V Groep V	Groupe VI Groep VI	Groupe VII Groep VII	Total Totaal
Allemagne occidentale — West-Duitsland	271 266	176 308	189 901	63 899	472 796	13 592	—	1 187 762
France — Frankrijk	89 764	53 645	25 932	986	238 133	26 280	500	435 240
Pays-Bas — Nederland	29 867	126 770	41 593	42 389	101 419	—	—	342 038
<i>Pays de la C.E.C.A. — Landen van de E.G.K.S.</i>	390 897	356 723	257 426	107 274	812 348	39 872	500	1 965 040
Espagne — Spanje	57 768	—	—	—	—	—	—	57 768
Irlande — Ierland	654	—	—	—	—	—	—	654
Pologne — Polen	—	—	—	—	—	29 912	—	29 912
Royaume-Uni — Verenigd-Koninkrijk	182 912	123 125	9 061	25 630	183 034	73 147	—	596 909
Etats-Unis d'Amérique — Verenigde Staten Am.	227 139	10 109	—	2 602	1 721 281	18 501	—	1 979 632
U.R.S.S. — U.S.S.R.	66 607	—	—	—	1 650	—	—	68 257
Afrique du Nord Franç. — Frans Noord-Afrika	13 015	—	—	—	—	—	—	13 015
Afrique du Sud — Zuid-Afrika	1 937	—	—	—	—	—	—	1 937
Vietnam	74 017	—	—	—	—	—	—	74 017
<i>Pays Tiers — Derde Landen</i>	624 049	133 234	9 061	28 232	1 905 965	121 560	—	2 822 101
<i>Ensemble 1956 — Samen 1956</i>	1 014 946	489 957	266 487	135 506	2 718 313	161 432	500	4 787 141
1955	744 293	563 939	249 216	126 117	1 878 447	71 709	100	3 633 821
1954	554 031	391 663	327 118	96 266	2 281 053	74 522	—	3 724 653
1953	—	—	—	—	—	—	—	2 179 209
1952	—	—	—	—	—	—	—	1 614 967
<i>Mouvement des stocks chez les importateurs Schommeling der voorraden bij de importeurs</i>]	— 10 454	— 9 699	+ 1 066	+ 375	— 4 463	+ 19 325	—	— 3 850
<i>Écoulement : — Afzet :</i>								
1. Marché intérieur — Binnenlandse markt	908 109	443 070	264 036	133 900	2 698 397	126 175	500	4 574 187
2. Réexportation — Wederuitvoer	117 291	56 586	1 385	1 231	24 379	15 932	—	216 804

TABLEAU N° 13 — TABEL 13

IMPORTATIONS BELGES DE COKES, D'AGGLOMERES ET DE LIGNITE EN 1956

INVOER VAN COKES, AGGLOMERATEN EN BRUINKOOL IN BELGIE IN 1956

PROVENANCES LANDEN VAN HERKOMST	Coke de four — Ovencokes			Coke de gaz Gas- cokes	Semi-coke de houille Steenkool- halfcokes	Agglomérés — Agglomeraten			Lignite Bruinkool	Briquettes de lignite Bruinkool- briketten
	+ 80 mm	— 80 mm	Total Totaal			Briquettes Briketten	Boulets Eierkolen	Total Totaal		
Allemagne occidentale — West-Duitsland . . .	36 886	40 809	77 695	5 323	—	—	27 308	27 308	1 788	94 045
France — Frankrijk	—	2	2	—	64	—	142	142	—	—
Pays-Bas — Nederland	14 992	35 191	50 183	4 396	—	5 025	23 840	28 865	421	5 337
<i>Pays de la C.E.C.A. — Landen van de E.G.K.S.</i>	<i>51 878</i>	<i>76 002</i>	<i>127 880</i>	<i>9 719</i>	<i>64</i>	<i>5 025</i>	<i>51 290</i>	<i>56 315</i>	<i>2 209</i>	<i>99 382</i>
Royaume-Uni — Verenigd-Koninkrijk	—	6 767	6 767	1 541	—	13 746	2 402	16 148	—	—
Etats-Unis d'Amérique — Verenigde Staten Am.	1 999	—	1 999	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pays Tiers — Derde Landen</i>	<i>1 999</i>	<i>6 767</i>	<i>8 766</i>	<i>1 541</i>	<i>—</i>	<i>13 746</i>	<i>2 402</i>	<i>16 148</i>	<i>—</i>	<i>—</i>
<i>Ensemble 1956 — Samen 1956</i>	<i>53 877</i>	<i>82 769</i>	<i>136 646</i>	<i>11 260</i>	<i>64</i>	<i>18 771</i>	<i>53 692</i>	<i>72 463</i>	<i>2 209</i>	<i>99 382</i>
1955	78 381	63 070	141 451	68 512	4 973	6 756	44 227	50 983	418	97 226
1954	48 863	34 464	83 327	27 681	3 712	6 048	33 929	39 977	1 482	87 433
1953	13 789	11 579	25 368	4 315	—	2 235	8 642	10 877	1 922	76 932
1952	—	—	—	—	—	—	330	330	135	62 148
<i>Mouvement des stocks chez les importateurs Schommeling der voorraden bij de importeurs</i> }	— 381	— 169	— 550	— 155	—	+ 357	— 266	+ 91	—	—
<i>Écoulement : — Afzet :</i>										
1. Marché intérieur — Binnenlandse markt	53 887	75 689	129 576	10 410	64	18 414	53 958	72 372	2 209	99 382
2. Réexportation — Wederuitvoer . . .	371	7 249	7 620	1 005	—	—	—	—	—	—

TABLEAU N° 14 — TABEL 14
 EXPORTATIONS BELGES DE CHARBON EN 1956
 UITVOER VAN STEENKOLEN UIT BELGIE IN 1956

DESTINATIONS LANDEN VAN BESTEMMING	CHARBONS BELGES — BELGISCHE KOLEN							CHARBON IMPORTE INGEVOERDE KOLEN	TOTAL TOTAAL
	Maigres Magerkool	¼ gras ¼ vetkool	½ gras ½ vetkool	¾ gras ¾ vetkool	Gras A Vetkool A	Gras B Vetkool B	Total Totaal		
Allemagne occidentale — West-Duitsland	18 593	210	33 752	28 045	9 281	56 291	146 172	148 542	294 714
France — Frankrijk	368 886	45 940	167 022	53 872	412 149	63 819	1 111 688	32 839	1 144 527
Italie — Italië	26 713	320	2 071	3 563	15 030	50 337	98 034	16	98 050
Luxembourg — Luxemburg	5 746	340	10 683	1 240	7 290	14 592	39 891	—	39 891
Pays-Bas — Nederland	466 524	24 837	467 244	84 521	323 042	319 408	1 685 576	35 290	1 720 866
<i>Pays de la C.E.C.A. — Landen v.d. E.G.K.S.</i>	<i>886 462</i>	<i>71 647</i>	<i>680 772</i>	<i>171 241</i>	<i>766 792</i>	<i>504 447</i>	<i>3 081 361</i>	<i>216 687</i>	<i>3 298 048</i>
Autriche — Oostenrijk	—	—	20	—	—	—	20	—	20
Espagne — Spanje	—	—	—	—	—	8 360	8 360	—	8 360
Finlande — Finland	—	—	—	—	—	48 163	48 163	—	48 163
Grèce — Griekenland	—	—	—	—	—	3	3	—	3
Norvège — Noorwegen	—	—	—	—	—	29 081	29 081	—	29 081
Portugal	—	—	—	—	—	51	51	—	51
Royaume-Uni — Verenigd-Koninkrijk	2 495	—	4 374	4 105	40	735 732	746 746	—	746 746
Suède — Zweden	—	—	—	—	—	30 061	30 061	—	30 061
Suisse — Zwitserland	26 197	210	20 008	35 389	109 838	108 188	299 830	117	299 947
Congo Belge — Belgisch Kongo	1 311	—	—	—	260	—	1 571	—	1 571
Autres pays — Overige landen	39	—	—	—	637	10	686	—	686
<i>Pays Tiers — Derde Landen</i>	<i>30 042</i>	<i>210</i>	<i>24 402</i>	<i>39 494</i>	<i>110 775</i>	<i>959 649</i>	<i>1 164 572</i>	<i>117</i>	<i>1 164 689</i>
<i>Ensemble 1956 — Samen 1956</i>	<i>916 504</i>	<i>71 857</i>	<i>705 174</i>	<i>210 735</i>	<i>877 567</i>	<i>1 464 096</i>	<i>4 245 933</i>	<i>216 804</i>	<i>4 462 737</i>
1955	1 429 084	124 348	1 405 230	352 982	1 487 946	2 085 204	6 884 794	165 610	7 050 404
1954	1 059 908	88 000	1 342 621	354 102	855 017	1 881 209	5 580 857	100 023	5 680 880
1953	1 172 819	100 262	821 607	273 622	553 045	1 235 275	4 156 630	8 129	4 164 759
1952	—	—	—	—	—	—	2 537 206	—	2 537 206

TABLEAU N° 15 — TABEL 15

EXPORTATIONS BELGES DE COKES ET D'AGGLOMERES EN 1956

UITVOER VAN COKES EN AGGLOMERATEN UIT BELGIE IN 1956

DESTINATIONS LANDEN VAN BESTEMMING	COKE DE FOUR — OVENCOKES					COKE DE GAZ IMPORTE INGE- VOERDE GASCOKES	AGGLOMERES — AGGLOMERATEN		
	Coke de four belge Belgische ovencokes			Coke de four importé Ingevoerde ovencokes	Total Totaal		Briquettes Briketten	Boulets Eierkolen	Total Totaal
	+ 80 mm	— 80 mm	Total						
			Totaal						
Allemagne occidentale — West-Duitsland	79 239	35 379	114 618	346	114 964	—	—	129 043	129 043
France — Frankrijk	369 105	17 107	386 212	—	386 212	—	7 660	287 640	295 300
Italie — Italië	—	—	—	—	—	—	—	325	325
Luxembourg — Luxemburg	89 374	1 850	91 224	—	91 224	—	9 510	20	9 530
Pays-Bas — Nederland	—	33 224	33 224	—	33 224	—	135	194 058	194 193
<i>Pays de la C.E.C.A. — Landen v.d. E.G.K.S.</i>	<i>537 718</i>	<i>87 560</i>	<i>625 278</i>	<i>346</i>	<i>625 624</i>	<i>—</i>	<i>17 305</i>	<i>611 086</i>	<i>628 391</i>
Autriche — Oostenrijk	200	20	220	—	220	—	—	180	180
Danemark — Denemarken	118 419	104 341	222 760	7 249	230 009	1 005	—	—	—
Finlande — Finland	5 499	2 428	7 927	—	7 927	—	—	—	—
Norvège — Noorwegen	—	7 893	7 893	—	7 893	—	—	—	—
Suède — Zweden	34 776	2 232	37 008	—	37 008	—	—	—	—
Suisse — Zwitserland	1 181	11 025	12 206	—	12 206	—	3 375	8 332	11 707
Congo Belge — Belgisch Kongo	20	695	715	—	715	—	—	—	—
Autres pays — Overige landen	3 923	40	3 963	25	3 988	—	1 325	—	1 325
<i>Pays Tiers — Derde Landen</i>	<i>164 018</i>	<i>128 674</i>	<i>292 692</i>	<i>7 274</i>	<i>299 966</i>	<i>1 005</i>	<i>4 700</i>	<i>8 512</i>	<i>13 212</i>
<i>Ensemble 1956 — Samen 1956</i>	<i>701 736</i>	<i>216 234</i>	<i>917 970</i>	<i>7 620</i>	<i>925 590</i>	<i>1 005</i>	<i>22 005</i>	<i>619 598</i>	<i>641 603</i>
1955	520 560	252 059	772 619	3 858	776 477	1 439	25 252	452 681	477 933
1954	634 843	251 464	886 307	1 600	887 907	314	27 534	297 917	325 451
1953	517 624	302 871	820 495	—	820 495	1 419	19 982	274 492	294 474
1952	675 487	282 362	957 849	—	957 849	—	—	—	302 000

t

Dans l'ensemble la balance du commerce extérieur des combustibles solides (houille, cokes, agglomérés de houille, lignite et agglomérés de lignite) accuse en 1956 un excédent d'exportation de 921.770 tonnes.

Résultats d'exploitation

(Tableau n° 16)

En 1956, la valeur nette totale des charbons extraits en Belgique, c'est-à-dire la valeur de vente augmentée de la recette complémentaire provenant de la péréquation « a » s'est élevée à 23.249.264.700 francs, soit 786,64 F/t.

En 1955 d'après les chiffres provisoires, le prix de vente correspondant s'est établi à 756,66 F/t; on enregistre donc, entre les deux années, un relèvement de ce dernier d'environ 30 F/t.

Cette amélioration des recettes provient des relèvements du barème des prix de vente intervenus les 8 juin et 1^{er} octobre 1956 et dont le détail est donné plus haut. Ils ont eu pour effet de porter le prix de vente moyen à la tonne de 733 F au début de l'année à 762 F en juin et 842 F en octobre.

La péréquation « a », au contraire, a diminué et le montant moyen à la tonne n'en a été que de 22,44 F en 1956 contre 32,36 F en 1955. On sait d'ailleurs que le taux de cette péréquation, réduit le 10 février 1956, varie dans de fortes proportions avec la qualité des charbons : il est élevé pour les charbons gras et minime pour les anthraciteux, de sorte que son influence sur les résultats varie beaucoup selon les bassins.

Dans l'ensemble la réduction des taux de péréquation a entraîné une diminution de recettes de 9,92 F/t en moyenne tandis que le relèvement des prix de vente a provoqué une augmentation de recettes de 39,90 F/t.

La comparaison de la valeur de la production aux dépenses totales de l'année, immobilisations comprises, permet de dégager le résultat d'exploitation, qui se traduit par une perte de 10,35 F/t pour l'ensemble des mines du pays. Les entreprises de Campine ont réalisé un bénéfice moyen de 87,46 F/t, tandis que celles des bassins du Sud accusaient encore une perte de 63,99 F/t.

Ce résultat d'exploitation ne correspond pas nécessairement au solde des chiffres de bilans des sociétés charbonnières où les dépenses de premier établissement sont amorties en plusieurs années. L'évaluation administrative du résultat d'exploitation est faite suivant des règles fixées par les lois et arrêtés royaux en vue de la détermination de la redevance proportionnelle due par les concessionnaires de mines aux propriétaires du sol.

Pour obtenir le résultat final des houillères, il y a lieu d'ajouter au résultat d'exploitation les soldes des « Comptes de résultat » qui sont :

1. Le solde éventuel de l'ancien Fonds de solidarité.
2. Les différences d'évaluation des matières consommées. Dans les comptabilités des charbonnages les

Alles samen vertoont de balans van de buitenlandse handel van vaste brandstoffen (steenkolen, cokes, steenkoolagglomeraten, bruinkool en bruinkoolagglomeraten) in 1956 een uitvoeroverschot van 921.770 ton.

Bedrijfsuitslagen

(Tabel 16)

In 1956 bedroeg de totale nettowaarde van de in België gewonnen kolen, d.w.z. de verkoopwaarde verhoogd met de ontvangsten voortkomende van de péréquation « a », 23.249.264.700 F, hetzij 786,64 F/ton.

In 1955 bedroeg de overeenstemmende verkoopprijs, volgens de voorlopige cijfers, 756,66 F; de verkoopprijs is van het ene jaar tot het andere dus met ongeveer 30 F per ton gestegen.

Deze stijging van de ontvangsten is het gevolg van de op 8 juni en 1 oktober 1956 toegestane verhogingen van het barema van de verkoopprijzen, die hoger uitvoerig besproken werden.

De gemiddelde verkoopprijs per ton, die in het begin van het jaar 733 F per ton bedroeg, werd hierdoor in juni op 762 F per ton en in oktober op 842 F per ton gebracht.

De péréquation « a » is daarentegen afgenomen; in 1956 bedroeg zij gemiddeld slechts 22,44 F per ton, tegen 32,36 F/t in 1955. Het is trouwens gekend dat het bedrag van deze péréquation, dat op 10 februari 1956 verminderd werd, aanzienlijk verschilt volgens de kwaliteit van de kolen: het is hoog voor de vetkolen en gering voor de magere kolen, zodat de weerslag van de péréquation « a » op de prijzen aanzienlijk verschilt van het ene bekken tot het andere.

Voor alle mijnen samen, heeft de vermindering van het bedrag van de péréquation de ontvangsten gemiddeld met 9,92 F/ton doen dalen, terwijl de verhoging van de verkoopprijzen de ontvangsten met 39,90 F/ton heeft doen stijgen.

Wanneer men de waarde van de productie met de totale uitgaven van 1956 vergelijkt, de vastleggingsuitgaven inbegrepen, bekomt men de bedrijfsuitslag, die voor alle mijnen samen een verlies van 10,35 F/ton betekent. De Kempische mijnen hebben een gemiddelde winst geboekt van 87,46 F, de mijnen van de zuiderbekens een gemiddeld verlies van 63,99 F/ton.

Deze bedrijfsuitslag stemt niet noodzakelijk overeen met het saldo van de balansen van de ondernemingen, aangezien de inrichtingsuitgaven in de balans over verscheidene jaren afgeschreven worden. De administratieve raming van de bedrijfsuitslag geschiedt volgens de regelen die, voor de vaststelling van de door de concessionaris aan de eigenaar van de bovengrond verschuldigde evenredige mijncijns, in wetten en koninklijke besluiten bepaald zijn.

Om de einduitslag van de mijnen te bekomen, dient men bij de bedrijfsuitslag de saldi van de « Uitslagrekeningen » te voegen, nl. :

1. Het gebeurlijk saldo van het voormalig Solidariteitsfonds.
2. De verschillen voortspruitend uit de raming van verbruikte waren. In de boekhouding van de kolen-



matières consommées sont évaluées chaque mois au prix moyen d'achats récents, sans tenir compte du prix réel payé pour ces matières lors de leur entrée effective en magasin.

3. Les subsides reçus de l'Etat et de la C.E.C.A. par quatre mines marginales du Borinage. (La subvention accordée par l'Etat pour couvrir les charges résultant de la réduction, en 1956, de la durée du travail a été déduite des dépenses d'exploitation).

Ces corrections ont eu pour effet de ramener les pertes des mines du bassin du Sud à 37,93 F/t et de porter le bénéfice des mines de Campine à 87,99 F/t.

Pour l'ensemble des mines du Royaume, le bénéfice final s'établit en conséquence à 6,67 F/t. Pour l'année 1955, le résultat correspondant des statistiques provisoires accusait un bénéfice de 33,40 F/t; en 1954, les statistiques définitives faisaient apparaître une perte de 2,93 F/t.

mijnen worden de verbruikte waren elke maand geraamd volgens de gemiddelde prijs van de jongste aankopen, zonder dat rekening gehouden wordt met de prijs die werkelijk betaald werd op het ogenblik van de aankoop van deze waren.

3. De toelagen van de Staat en van de E.G.K.S. aan vier marginale mijnen van de Borinage. (De staatstoelage verleend om de lasten te dekken voortspruitend uit de in 1956 ingevoerde verkorting van de werktijd werd van de bedrijfsuitgaven afgetrokken).

Door deze verbeteringen wordt het verlies van de mijnen in de zuiderbekkens beperkt tot 37,93 F/ton en de winst van de Kempische mijnen op 87,99 F/ton gebracht.

Voor alle mijnen samen bedraagt de eindwinst bijgevolg 6,67 F/ton. Voor het jaar 1955 gaf de voorlopige statistiek een winst aan van 33,40 F/ton, terwijl de definitieve statistiek over het jaar 1954 een verlies van 2,93 F/ton vermeldde.

Sélection de fiches d'Inichar

Inichar publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 22

Fiche n° 18.260

P. HACQUEBARD. Microscopic coal research in Canada. *Etude microscopique sur le charbon au Canada*. — Extr. de *Leidse Geologische Mededeling*, 1955, n° 20, p. 74/88, 2 fig.

Les éléments constitutifs du charbon étant très petits, l'étude demande l'emploi d'un microscope ordinaire (en Angleterre) ou par réflexion (Europe de l'Ouest et Canada). La terminologie utilisée dans les deux cas est distincte et a sa raison d'être.

Une autre méthode développée par Kühlwein en 1934 (Allemagne) a de nombreux avantages : rapidité et précision; on examine en lumière réfléchie du charbon finement broyé et noyé dans de la lucite (ou autre plastique), on détermine la proportion des divers constituants au moyen d'un dispositif intégrateur Leitz.

L'auteur cite quelques applications pratiques de la pétrographie du charbon : synonymie de couches, préparation du charbon, études sur la combustion spontanée. Dans une 2^{me} partie, l'auteur parle des études sur les spores et les identifications qu'elles permettent.

IND. A 24

Fiche n° 17.880

K. TASCH. Eine neue einfache Methode zur Flözgleichstellung im begrenzten Raum. *Une méthode simple et nouvelle pour l'identification des couches dans un intervalle limité*. — *Bergbau-Rundschau*, 1957, février, p. 70/75, 2 fig. et mars, p. 115/131, 25 fig.

Pour les recherches pratiques, on doit utiliser des procédés simples n'exigeant pas des travaux de laboratoire : ainsi les méthodes par les microfossiles sont peu applicables et réservées aux spécialistes.

Le premier moyen pratique et le plus efficace est l'étude stratigraphique : des études comparatives à partir de couches caractéristiques donnent de bons résultats.

Le second peut être la comparaison des coupes microscopiques dans les couches.

Les coupes théoriques se trouvent, sans plus, dans les dossiers de couches. S'il y a une méthode d'identification, le problème est résolu. Dans les cas difficiles, où l'on ne peut pas relever une coupe convenable, on devra alors recourir aux études micropaléontologiques.

Jusqu'à présent, la méthode des laies caractéristiques a conduit à des erreurs. C'est pourquoi l'auteur s'est attaché spécialement à la recherche

de critère basé sur l'étude des dépôts d'après la littérature.

Concernant la flore d'une couche, on peut distinguer : 1) les lits au toit qui fournissent la matière première de la tourbe, un niveau hydrostatique supérieur suffisamment haut pour couvrir les débris de plante en décomposition; 2) un niveau hydrostatique assez bas pour ne pas gêner la croissance des plantes. D'autres auteurs envisagent la température de l'eau, les actions aérobies et anaérobies.

Presque tous les auteurs insistent sur le fait que le durain se forme en milieu plus humide que le vitrain. Ainsi l'aspect d'une couche homogène est influencé par le recouvrement de l'eau et son acidité.

Comme la vitrinite, élément caractéristique du vitrain, possède une relativement haute teneur en matières volatiles, on doit admettre que les substances organiques des lits qui en contiennent se sont décomposées à l'abri de l'air, l'homogénéité de la matière indique une action de bactéries anaérobies : le lit envisagé s'est formé en niveau profond. Par contre, la micrinite avec sa moindre teneur en matières volatiles et son pourcentage plus élevé en carbone provient d'un milieu moins anaérobie. Comme produit des bactéries aérobies au plus haut point, on a la fusinite. Ainsi en plaçant en ordonnées les divers constituants rencontrés, d'après leur position relative au niveau supérieur de l'eau, et en abscisse, avec le mur à gauche et le toit à droite, chaque lit de la couche est représenté par un point au niveau du constituant qu'on y trouve, en reliant tous ces points par un trait continu on obtient un diagramme qui caractérise la couche dans un certain intervalle et, avec une certaine expérience, permet de l'identifier d'un endroit à l'autre.

Des diagrammes caractéristiques pris en des points assez éloignés sont collationnés pour un grand nombre de couches : Robert (à Prosper III), Anna (à Prosper II), Sonnenschein (à Prosper I), etc...

L'auteur fait remarquer en terminant que l'on possède ainsi une nouvelle méthode d'identification qui n'a pas pour but de supplanter les autres mais, associée à elles, d'assurer un meilleur résultat.

Ce qui compte ici ce n'est pas la présence de certains constituants, mais l'ordre dans lequel ils se reproduisent quand on s'élève du mur au toit.

Il faut évidemment tenir compte des variations locales possibles : enfouissement du mur, voisinage d'une rive, etc.

IND. A 25422

Fiche n° 17.919

W. VAN RIEL. Enige aspecten van de exploratie van het Peelgebiet. *Quelques aspects de l'exploration de la région de Peel.* — *Geologie en Mijnbouw*, 1957, mars, p. 53-61, 5 fig.

L'auteur cite en exemple les résultats d'une campagne d'exploration dans un nouveau bassin où l'on a intégré les techniques ultra-modernes de forage, les études géologiques et les méthodes géophysiques.

Le gisement de Peel a été découvert par une campagne de sondages gouvernementale (plan des sondages entre Venlo et Helenaveen au N et un peu au S de Swalmen, recoupe des Westphaliens A & B).

Après une longue interruption, des études sur échantillons et carottes géologiques et un levé gravimétrique fournirent des informations complémentaires sur les données tectoniques et la structure des morts-terrains de la région.

En outre, un levé sismique par réflexion et quelques sondages additionnels contribuèrent considérablement à une meilleure compréhension de l'aspect géologique général de la région.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 117

Fiche n° 18.326

J. O'DONNELL. Shaft sinking with the Cryderman machine. *Le fonçage des puits avec la machine Cryderman.* — *Mining Congress Journal*, 1957, mars, p. 46/48, 2 fig.

Un grand progrès dans le chargement mécanique des déblais dans les puits en fonçage a été réalisé par la machine Cryderman, d'origine canadienne. Son bras télescopique avec suspension à la Cardan, manœuvré d'une cage suspendue au-dessus du fond, possède une souplesse de mouvement remarquable qui permet d'atteindre n'importe quel point avec précision et efficacité. La benne preneuse qui termine le bras est actionnée par un double cylindre à air comprimé. Elle peut prendre de très gros blocs de pierre. La machine permet des avancements très améliorés et peut s'adapter à des puits inclinés aussi bien qu'aux puits verticaux, moyennant certains ajustements de détails.

IND. B 117

Fiche n° 17.989

H. GAUTRIN. Les fonçages de puits dans le nouveau gisement canadien d'uranium Blind River. — *Mines*, 1956, n° 6, p. 487/493, 10 fig.

Dans la région du Nord de l'Ontario, on fonce une quarantaine de puits rectangulaires de 600 à 850 m, revêtement en cadres de bois, rarement

en béton, ou en cadres en cornières avec garnissage en grillage galvanisé, sections 4 à 8 m sur 3 à 4 m.

La perforation et le tir des mines, la pose des cadres de soutènement, les moyens d'extraction, les travaux éventuels de cimentation des terrains s'effectuent suivant la pratique normale, sans particularité notable. Le chargement des déblais est fait, soit au moyen de la benne preneuse Rydell manœuvrée par câble, soit au moyen de la benne preneuse Cryderman manœuvrée par une poutre télescopique, machine très efficace et précise. La benne Rydell se commande d'un chariot roulant sur le plancher de protection suspendu sous le dernier cadre et déverse les terres dans le cuffat. Avancement 3 m de puits fini par jour avec 5 hommes au fond par poste de 8 h.

IND. B 30

Fiche n° 17.991

A. PELZER. Der Stand der Aus- und Vorrichtung im westdeutschen Steinkohlenbergbau. *La situation des travaux préparatoires dans les mines de charbon de l'Allemagne de l'Ouest.* — Glückauf, 1957, 2 mars, p. 246/258, 17 fig.

L'auteur reprend l'étude statistique de G. Rauschenbach (cf. 11.184 - B 30) et analyse les chiffres à divers autres points de vue.

Mécanisation du creusement des galeries en roche : évolution du chargement mécanique passé de 39,0 % en 1953 à 64,7 % en 1955.

Section des galeries : 41 % des galeries ont plus de 15 m² — 23 % ont moins de 12 m².

Proportion d'ouvriers : 2,9 entre 12 et 15 m² de section.

Consommation d'explosif d'après la dureté des roches : 1 220 g/m³ dans les schistes, 1 600 g/m³ dans les grès.

Avancements : statistiques.

Galeries en couche et puits intérieurs : études analogues.

IND. B 414 et Q 121

Fiche n° 17.923

R. AHCAN. Entwicklung und Stand des Scheibenweisen Strebbbruchbaues in Velenje. *Evolution et état de l'exploitation par tranches et tailles foudroyées en Vénétie (Yougoslavie).* — Montan Rundschau, 1957, mars, p. 47/50, 10 fig.

Gisement de lignite de 11 km en direction E-W et 2 km de largeur, pente 8 à 10°. La puissance de la couche va en grandissant avec la profondeur de 20 à 120 m, actuellement 60 m en moyenne. L'ancienne exploitation par chambres et piliers qui abandonnait 50 % du gisement a été remplacée avec avantage par une méthode par tranches horizontales de 7,50 m de hauteur, la taille a 50 à 60 m de longueur et le massif est pris en taille montante sur le talus naturel, la hauteur d'éboulement résulte de la formule :

$$H = \frac{h \times k}{m - 1} = \frac{7,5 \times 0,8}{1,3 - 1} = 20 \text{ m}$$

(k est le coefficient de perte, H = la hauteur d'éboulement, h = hauteur de la taille).

Le transport se fait par convoyeurs d'abord à 1 chaîne, mais on prévoit à 2 chaînes (pour des débits de 100 à 150 t/h). Le soutènement en galeries se fait par étaçons Schwartz, au foudroyage on dispose actuellement des plats recroisés par des câbles avec étaçons obliques : on crée un montage lentement en même temps qu'une galerie, puis on chasse la taille 60 m et on foudroie. Rendement de chantier 8,85 t, rendement fond 4,45 t. Production journalière portée de 1 700 t à 5 000 t. On se prépare pour la porter à 10 000 t/j.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. C 4211, Q 1142 et C 41

Fiche n° 18.243

A. THEIS. Kohलगewinnung mit stempelfreier Abbaufront durch die Ueberschrämmethode auf Grube Maybach/Saar. *L'abatage avec front dégagé par la méthode du bavage par-dessus le convoyeur à la mine Maybach (Sarre).* — Bergfreiheit, 1957, mars, p. 103/111, 6 fig.

A la mine Maybach on parvient à atteindre un avancement de 2,50 m à 3 m dans des couches assez petites de 70 cm à 1,30 m et sales, donnant au lavage un rendement qui descend jusqu'à 45 %. Les étages sont espacés de 90 m et la pente varie de 0 à 30°. De sorte qu'on divise la longueur en couche (340 à 360 m) en deux tailles de 170 à 180 m.

Avec la méthode utilisée, on atteint une production journalière de 543 t et un rendement fond de 1 752 kg, y compris les 23 à 25 % du personnel occupé aux travaux préparatoires. La haveuse utilisée a une longueur utile de bras de 1,80 m, mais elle est placée derrière le convoyeur blindé, bras en haut, de sorte que la havée a 1 m. Des diagrammes donnent le déroulement des travaux. Dans la taille, à part les machinistes, les ouvriers ne sont pas spécialisés, un cycle complet dure de 4 à 5 h. Le front est dégagé et on suspend les bèles en porte-à-faux. Les galeries sont creusées 10 à 20 m en avant de la taille. Il y a remblai massif 20 m à l'amont de la voie de base et 10 m à l'aval de la voie de tête. Les galeries ont 2,90 × 3,85 m.

On y utilise haveuse frontale, chargeuse Joy, convoyeur léger Beien, il y a des canars de 400 mm et des couloirs oscillants pour la remise des pierres en taille. Le tir avec détos à milliretards s'exécute entre les postes.

IND. C 2214

Fiche n° 18.295

B. FISH. Studies in percussive-rotary drilling. *Etude du forage à percussion rotatif*. — *Colliery Engineering*, 1957, avril, p. 141/146, 10 fig.

Dans cette étude qui fait suite à d'autres sur le choix des taillants (cf. f. 12.187 - C 223), l'auteur analyse séparément et dans leurs influences réciproques les effets des trois facteurs principaux du forage à percussion rotatif : vitesse de rotation, vitesse de frappe et poussée. Il examine ces effets au double point de vue de la vitesse de pénétration et de l'usure des taillants dans des roches de dureté variable, depuis les grès durs jusqu'aux schistes. La consommation d'énergie suivant les mêmes variables est aussi examinée.

Les expériences démontrent qu'il y a avantage à maintenir la constance de la vitesse de rotation pour toutes les valeurs du couple. Il importe, dans les roches dures, d'avoir une énergie de frappe maximum pour réduire l'abrasion des taillants. Moins la roche est dure, au contraire, moins la percussion a d'effet et, en schistes, seule la rotation est alors importante.

Il faudrait en somme pouvoir régler l'énergie de frappe suivant la dureté et c'est plus ou moins ce que réalise la perforatrice Salzgitte.

La vitesse de rotation de 200 tours/min paraît concilier le mieux les exigences opposées de la vitesse de pénétration et de l'usure des taillants. De même, la consommation d'air comprimé doit être considérée de façon à obtenir un avancement satisfaisant avec un débit acceptable. La firme Hausherr tient compte de ce desideratum.

IND. C 5

Fiche n° 18.206

CERCHAR. L'abatage hydraulique du charbon par moniteurs. — *Charb. de France, Bull. d'Inf. Techn.*, n° 72, 1957, janv./févr., p. 3/11, 8 fig.

La méthode intégrale comporte l'abatage hydraulique et le transport jusqu'au lavoir, cependant, il peut y avoir intérêt à cribler le charbon abattu au fond, pomper les schlammes et transporter mécaniquement les cribles; d'autres fois, l'abatage peut être précédé de havage ou tir. L'article résume d'après la littérature les résultats obtenus dans les exploitations russes et polonaises. (Premières études expérimentales en U.R.S.S. avant la 2^{me} guerre mondiale, première exploitation à Kouznetz en 1950).

Résultats expérimentaux : I. *Soviétiques* :

Mine Tyrganskies Ouklony : 2 couches en dressant (6 à 24 m et 6 à 7 m) enlevures horizontales de 3 à 5 m, 1 monitor pour 2 ouvriers (pression de 30 atm) — production 500 t/j.

Mine Polysaiewskaïa : faible pendage, puissance 1,80 m à 2,20 m — méthode par chambres et piliers longs repris (pression 70 à 90 atm). Pro-

duction 300 t/j, rendement chantier 20 à 24 t, charbon lavé par rhéolaveurs. 9 autres projets en préparation.

II. *Essais polonais* :

a) mine Siersza : couche de 4,50 m à 5,50 m — chambres et piliers, pression 64 atm — production 500 t/j.

b) mines Miechowice et Siemianowice : couches respectives de 5,50 m et 2,50 m.

c) mines Czeladz et Kleofas : la 1^{re} exploite une couche de 0,90 m à 1,20 m, pente 6° : le charbon est abattu par tir en longue taille (70 m) et évacué par courant d'eau — dans la seconde mine, couche de 1,20 m à 2,50 m : traçage et dépilage.

III. *Considérations générales sur* :

le mode d'action du jet d'eau — les différents moniteurs — les systèmes d'exploitation — Conclusion : avantages et difficultés — Tableaux résumés.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTÈNEMENT.

IND. D 21

Fiche n° 18.296

J. WHETTON. A general survey of the ground movement problem. *Un examen général du problème des mouvements de terrain*. — *Colliery Engineering*, 1957, avril, p. 153/156.

Sans apporter de donnée nouvelle au problème, l'auteur résume l'historique des études publiées sur les mouvements de la surface du sol causés par les exploitations souterraines. Leur importance est fonction de la puissance de la couche exploitée, de sa profondeur, de la méthode d'exploitation, du système de remblayage. La position relative du point choisi à la surface par rapport à la zone exploitée est naturellement à considérer et l'angle de transmission limite les zones influencées.

Le temps écoulé entre le déhouillement et son effet à la surface est généralement assez constant dans l'exploitation des longues tailles en plateaux et il y a aussi un rapport assez constant, variant avec le mode de remblayage, entre la convergence et l'affaissement.

Toutefois, la présence d'anciennes exploitations au-dessus de la couche ou de terrains meubles superficiels complique la question. De même, lorsqu'il s'agit de couches exploitées de forte inclinaison, les conditions sont très différentes.

De toutes façons, l'étude des mouvements de terrain se révèle très compliquée et de nombreux points restent à éclaircir.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 250

Fiche n° 18.218

W. DOLGNER. Betriebsstudien in der Lokomotivförderung einer Steinkohlenzeche. *Etudes pratiques d'un transport par locomotive dans une mine de charbon.* — Glückauf, 1957, 16 mars, p. 305/311, 10 fig.

L'exploitation des mines est surtout un problème de transport : c'était vrai dans les mines de silex de l'âge de la pierre, cela le reste dans l'ère qui s'annonce du transport hydraulique. Jusqu'à présent, l'organisation du transport par locomotive était expérimentale; dans les grandes mines à longs transports, il faudra avoir recours au raisonnement et au calcul. A titre d'exemple, l'auteur se pose le problème d'un transport de 1 600 m qui doit évacuer la production de 2 tailles à rabots : le diagramme montre un débit très régulier de 800 berlines en 6 heures, en outre il faut desservir deux préparatoires à : l'un 510 berlines, l'autre 200 berlines de pierres. La station de chargement peut tenir 40 berlines vides, les 2 préparatoires peuvent tenir respectivement 160 et 110 berlines de pierres.

L'auteur établit des diagrammes de mouvement des trains, d'où il ressort que le mouvement des pierres exige une 3^{me} locomotive.

Quelques exemples montrent ensuite l'influence des accrocs.

IND. E 412 et E 416

Fiche n° 18.233

R. DAVIS. A modern electric winder. *Une machine d'extraction électrique moderne.* — Mining Elect. and Mechan. Eng., 1957, mars, p. 254/260.

Description de l'installation électrique dans le district n° 2 de la division de Durham du N.C.B., réalisant l'extraction semi-automatique : le mécanicien commande le départ et l'arrêt mais, entre ces deux points, le cycle est automatique, tout au moins dans les translations normales.

6 tonnes de charbon par trait à 400 m en 61 secondes.

On donne les caractéristiques de la machine d'extraction, de l'installation électrique, du chevalement, la description des circuits électriques : circuit principal du moteur de la machine — circuit de contrôle du facteur de puissance — circuits de contrôle et Ward Leonard — circuits des dispositifs de sécurité et auxiliaires.

L'article se termine par une explication des opérations au cours d'une extraction normale.

Une courte discussion fait suite à cet exposé.

F. AERAGE. ECLAIRAGE.

IND. F 11

Fiche n° 17.986

W. SCHMIDT. Möglichkeiten und Grenzen der elektrischen Wetternetzmodelle. *Possibilités et limites d'utilisation de l'analogie électrique pour l'étude des réseaux de ventilation.* — Glückauf, 1957, 2 mars, p. 225/245, 15 fig.

Cet article collationne les connaissances actuelles sur le calcul direct et analogique des réseaux de ventilation.

Généralités sur l'écoulement, le nombre de Reynolds et les principes du calcul analogique. L'auteur montre ensuite sur un exemple qui paraît simple (maille de Weathstone) l'impossibilité d'une solution autre que par approximations successives et la longueur des calculs.

Le schéma d'une mine continentale avec exploitation par étages est donné : grandeurs à envisager, schéma ordonné pour le calcul et connexions à exécuter pour la mesure des différences de pression.

Etude des divers types de machines analogiques : les premiers types néerlandais et allemands à lampes, la variante américaine Mc Elroy, conviennent pour des solutions peu précises et des schémas pas trop compliqués.

Le calculateur de Scott & Hinsley : basé sur l'utilisation de résistances que l'on rend proportionnelles au courant estimé, c'est donc une méthode par approximations successives : on corrige à chaque échelon de la moitié de l'erreur trouvée. La méthode Hinsley part d'une première estimation $S_0 = R_0 L_0$, Hiramatsu part d'une première estimation de la résistance, la convergence serait plus rapide. Les machines qui utilisent ce procédé sont déjà très nombreuses : Scott & Hinsley, Hiramatsu, Freiberg, Faulquemont, Hasselt, Montan-Forschung : un tableau rassemble leurs caractéristiques.

Influence de l'aéragé naturel — Utilisation de la caractéristique du ventilateur.

L'étude des situations accidentelles, telles que arrêt d'un ventilateur ou incendie, pose un certain nombre de problèmes parmi lesquels l'influence des portes régulatrices joue un certain rôle.

IND. F 415

Fiche n° 18.228

F. BROOKES, E. LINACRE, D. WOODHEAD. The salt-crust process for binding mine roadway dust. *Le procédé de la croûte de sel pour fixer la poussière dans les galeries de mines.* — Colliery Guardian, 1957, 21 mars, p. 369/377, 4 fig.

Après un exposé du principe du procédé de fixation des poussières par création d'une croûte de sel sur les dépôts, les auteurs rendent compte d'expériences effectuées dans un charbonnage du

Yorkshire dans des conditions telles que la sécurité soit assurée et que le contrôle des essais puisse s'effectuer de façon satisfaisante.

Le sel était projeté sur les parois au moyen d'un appareil « Cementgun » ordinaire. Il faut environ 350 tonnes de sel pour 1 500 m de galerie. La couche, de 6 mm d'épaisseur, est généralement bien adhérente. Elle doit être réhumidifiée assez souvent (2 ou 3 fois par semaine) par aspersion d'eau au moyen d'une arroseuse sous pression spéciale.

On constate peu de corrosion sur les surfaces métalliques. Toutefois les câbles doivent être protégés.

L'effet du procédé est pratiquement nul sur la poussière en suspension, mais il est excellent sur les poussières déposées.

L'emploi du procédé paraît limité à des galeries dont l'état hygrométrique est assez étroitement défini et à des profondeurs moyennes.

Le prix de revient serait inférieur à celui de la schistification, la croûte de sel pouvant rester efficace pendant plusieurs années.

IND. F 61 et F 620

Fiche n° 18.256

INICHAR. Protection et moyens de lutte contre les incendies dans les mines. — *Annales des Mines de Belgique*, 1957, mars, p. 193/232, 67 fig. — *Bull. Techn. « Mines »*, n° 57, 1957, avril.

A. Généralités et statistique des incendies dans les charbonnages de la Ruhr.

B. Moyens de lutte contre les incendies et feux.

I. — L'eau : a) protection des puits; b) réseau de distribution pour la protection des galeries; c) pulvérisation automatique.

II. — Le sable et les extincteurs : a) extincteurs à mousse aérée; b) extincteurs à poudre; c) démonstrations; d) éducation du personnel.

III. — Bouchons d'écume.

IV. — Zones incombustibles : a) garnissage; b) portes.

V. — Etranglement du courant d'air : a) barrages; b) cuve à pression pour l'étanchéisation des barrages.

VI. — Vêtements ignifuges.

C. Protection contre le CO au moyen de masques auto-sauveteurs : a) description et mode d'action de l'appareil; b) dépôt; c) contrôle et entretien des appareils en service journalier; d) contrôle et entretien des appareils contenus dans des boîtes plombées au fond; e) instruction du personnel; f) quelques exemples d'utilisation efficace des masques auto-sauveteurs.

D. La Centrale de Sauvetage d'Essen et l'organisation du sauvetage.

E. Mise en œuvre des moyens de protection contre l'incendie (visite du siège « Welheim » de la Société Mathias Stinnes).

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES CHARBONS

IND. I 41

Fiche n° 17.811

W. WAGENER. Untersuchungen über den Einfluss von Feinstkorn auf die Entwässerung in einer Feinkohlen Versuchsschleuder. *Recherches sur l'influence des produits très fins sur l'égouttage dans une centrifugeuse expérimentale à fines*. — *Aachener Blätter*, 1956, Heft 3/4, p. 155/168, 7 fig.

Les essais ont porté sur des fines grasses 0-10 mm où l'on a fait varier les pourcentages de produits 0,1-0,5 mm et inférieurs à 0,1 mm.

La teneur en humidité finale passe de 5 à 10 % lorsque le pourcentage de produit < 0,1 mm passe de 0 à 14 % et pour une teneur de 13 à 16 % en 0,1-0,5 mm.

Pour des fines débarrassées du produit < 0,1 mm, la teneur en humidité finale varie de 3,5 à 5,5 % pour des teneurs en 0,1-0,5 mm variant de 0 à 24 %.

La plus grande partie des ultra-fins sont éliminés dans l'effluent pour des teneurs en humidité de l'alimentation de 35 à 45 %.

IND. I 41

Fiche n° 17.810

P. TERNES. Entschlammung und Vorentwässerung von gewaschener Feinkohle auf Resonanzsieben. *Déschlammage et égouttage préalable de fines lavées sur des cribles à résonance*. — *Aachener Blätter*, 1956, Heft 4/5, p. 143/154, 5 fig.

Essais de contrôle de deux cribles à résonance servant à l'égouttage de fines lavées dans un bac à pistonage. Les cribles ont une surface de 10,8 m² et une capacité nominale de 75 t/h chacun. Ils sont précédés par des grilles fixées à leurs châssis et qui vibrent avec une amplitude de 5 mm (l'amplitude des cribles est de 14 mm).

La teneur en humidité des fines égouttées est de 15 à 16 % quand le débit reste inférieur à 75 t/h. Elle monte rapidement à 18,7 et 26,1 % pour des débits de 82 et 103 t/h (crible surchargé).

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. P 22

Fiche n° 18.244

P. THOMAS. Die schulische und betriebliche Ausbildung und Erziehung des maschinen- und elektrotechnischen Belegschaftsnachwuchses - insbesondere für die Untertagebetriebe in den Saarbergwerken. *La formation théorique et pratique des jeunes techniciens, mécaniciens et électriciens - spécialement pour les travaux du fond*. — *Bergfreiheit*, 1957, mars, p. 125/129, 2 fig.

Importance de la formation professionnelle pour la production et le rendement.

La mine moderne a besoin d'ouvriers manuels du fond qui ne peuvent pas se trouver parmi les ouvriers disponibles — la formation des maîtres-ouvriers ne correspond pas aux besoins du fond — un technicien demande 2 à 3 ans de pratique pour être tout à fait formé.

En se basant sur ces considérations, les Saarbergwerke forment eux-mêmes leur main-d'œuvre. Il y a 3 centres pour la formation d'ajusteurs, électriciens, tourneurs, forgerons, bobineurs, monteurs-téléphonistes, ajusteurs de locos et en moindre proportion autres spécialistes. Des exemples d'horaires et la statistique du nombre d'éléments formés sont donnés.

IND. P 22

Fiche n° 18.219

W. LEJEUNE. Erfahrungen mit Eignunguntersuchungen für Zeitnehmer im westdeutschen Steinkohlenbergbau. *Expérience avec des essais de qualification de chronomètres dans les charbonnages de l'Allemagne de l'Ouest.* — Glückauf, 1957, 16 mars, p. 311/313.

L'auteur, qui est Directeur de l'Institut pour la Sécurité dans les mines, l'industrie et le trafic, émet quelques considérations sur les qualités physiques, intellectuelles et morales que doit posséder un bon chronomètreur.

Parmi les 391 personnes qui sont passées à l'Institut du 1^{er} avril 1954 au 31 janvier 1957, il s'en est trouvé 225 convenant tout à fait, 99 pouvant encore convenir, 55 convenant peu et 12 ne convenant pas du tout.

Parmi les 94 participants du 7^{me} au 10^{me} cours, l'auteur a procédé à un classement rectangulaire d'après les notes théoriques et les notes de pratique. C'est la classe intermédiaire des notes théoriques qui fournit le plus de bons résultats pratiques. Pour l'âge, c'est entre 26 et 40 ans qu'on obtient les meilleurs résultats.

IND. P 22

Fiche n° 18.217

H. KOEPPEN. Erfahrungen mit Zeitnehmern bei Betriebsstudien im westdeutschen Steinkohlenbergbau. *Expérience des chronomètres dans des études pratiques des mines de charbon de l'Allemagne de l'Ouest.* — Glückauf, 1957, 16 mars, p. 296/305, 17 fig.

Après 10 sessions, il y a actuellement 246 chronomètres; cette appellation semble trop les rattacher au contrôle des marchés, ce qui n'est pas leur fonction essentielle. On constate aussi qu'un certain nombre est occupé à des tâches très diverses. Les entrepreneurs de travaux du fond ont aussi signalé la nécessité de mettre au point un système d'études pour le fond; en transposant ce qu'on

réalise dans l'industrie au domaine des mines, on peut déduire 3 sortes de tâches : 1) études d'organisation (recherches sur le déroulement du travail individuel et du chantier, comparaison des procédés); 2) études techniques (examen des défauts et des manquements, par exemple, des fournitures); 3) instruction du travail.

L'auteur indique d'abord quelques procédés pour l'enregistrement du déroulement du travail : bandelettes chronographiques avec indication des travaux et des déplacements en regard du temps — cercles représentant un cycle d'opérations périodiques d'où on déduit le pourcentage du temps effectif et du temps mort — diagrammes et abaques, par exemple pour comparer les temps avant et après une amélioration.

Pour les études d'organisation, il faut avoir des idées, des aides et du temps. Trois exemples sont cités de ce genre d'études : 1) galerie en direction : d'abord avec 4 postes à 4 ouvriers et 3 marteaux-piqueurs et 1 chargeuse Salzgitter type 300, qu'on a remplacés par 3 × 6 avec perforatrice à 2 bras et 1 Salzgitter type 400; on est ainsi passé de 2,76 m/jour à 4,80 m; 2) galerie en charbon (de 4 m × 2,95 m) : avec 2 × 4 ouvriers/jour on faisait 50 m/mois — avec 3 × 4 ouvriers on réalise 100 à 110 m/mois; 3) Dans une avaleresse : le trou de sonde de desserrement avait 810 mm et coûtait trop cher, on l'a ramené à 610 mm sans inconvénient.

Ensuite, 2 exemples d'études techniques : Contrôle de coulissement de divers types de cintres et temps de placement : les cintres sont meilleur marché — Dans une avaleresse, une mauvaise disposition des attaches bloquait l'avancement (8,3 cm/h poste passe à 10,7 cm/h poste).

IND. P 23

Fiche n° 18.261

L. KONRATH. Die Ausbildung des Steigernachwuchses für die Saargruben. *La formation des jeunes surveillants pour les mines de la Sarre.* — Bergfreiheit, 1957, mars, p. 122/125, 7 fig.

Historique de la première école fondée sous le régime français en 1807.

Première école dans un bâtiment indépendant en 1868. Par suite du développement du nombre des élèves, une nouvelle école a été construite de 1904 à 1906. Il y a des sections pour les mines, la mécanique, l'électricité et les géomètres. A l'heure actuelle, il y a 13 classes dont 6 pour les mines, 3 pour les machinistes, 2 pour les électriciens, 1 pour le personnel des cokeries et 1 pour les géomètres. Le nombre d'élèves atteint 285.

Diverses vues du matériel didactique.