ADMINISTRATION DES MINES

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

[622.05]

ANNÉE 1936

TOME XXXVII - 1" LIVRAISON



BRUXELLES
IMPRIMERIE Robert LOUIS

37-39, rue Borrens

Téléph. 48.27.84

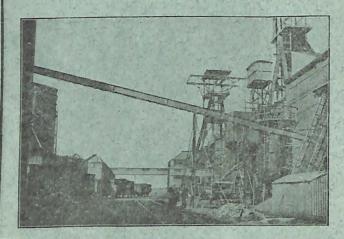
1936

LES TRANSPORTEURS BREVETES

REDLER

HORIZONTAUX - INCLINÉS - VERTICAUX

pour toutes distances, toutes capacités (5-500 t./h.), tous les



CHARBONS & MATIÈRES AN ALOGUES

«REDLER» installé à la Société Anonyme John Cockerill, Division du Charbonnage des Liégeois à Zwartberg, pour le transport de charbons et mixtes 0/10 et 0/30, mélangés de schlamms.

Principaux avantages:

Encombrement très réduit, d'où montage plus simple, suppression de passerelles et de charpentes coûteuses.

Sécurité de marche de 100 p. c., suppression des engorgements, du graissage.

Economie considérable de force.

Suppression du dégagement de poussières.

DEMANDEZ REFERENCES, CATALOGUES ET VISITE D'INGENIEUR A

BUHLER FRÈRES

Tél. 12.97.37 — BRUXELLES — 2a, rue Ant. Dansaert Usines à UZWIL (Suisse).

SOCIÉTÉ ANONYME BELGE

D'ENTREPRISE DE FORAGE ET DE FONÇAGE
Capital : 5.000.000 de Francs

Siège social : 13, place des Barricades, Bruxelles

Division française: 1, rue de Metz, Paris Espagne: Bailen 9, à Bilbao

SONDAGES FONÇAGEE MATERIEL

A GRANDE PROFONDEUR, RECHERCHES MINIÈRES, MISE EN VALEUR DE CONCESSIONS, SONDAGES SOUTERRAINS, SONDAGES D'ÉTUDE DES MORTS-TERRAINS, SONDAGES DE CIMENTATION ET DE CONGÉLATION

POUR SONDAGES, FONÇAGES ET SPÉCIALEMENT POUR LES EXPLOITATIONS

ATELIERS DE CONSTRUCTION A ZONHOVEN (BELGIQUE) ATELIERS ET DÉPÔT A COURCELLES - CHAUSSY (MOSELLE)

ATELIERS DE



CONSTRUCTION

LA MEUSE

FONDES EN 1835

MATERIEL DE MINES

MACHINES D'EXTRACTION A VAPEUR OU ELECTRIQUES
TURBINES ET TURBO-COMPRESSEURS
VENTILATEURS -:- LOCOMOTIVES

CHASSIS -:- MOLETTES -:- POMPES

ADMINISTRATION DES MINES

Les Industries Minières et Métallurgiques en janvier 1936

MINES DE HOUILLE

1. Production, stocks et nombre de jours d'extraction.

Janvier 19	36				Production Tonnes	Stock à la fin du mois ou de la pér. Tonnes	
Couchant de Mons					433.170	634,950	25,3
Centre					370.400	622 190	25,3
Charleroi		1.		• 1	635.550	818.790	23,5
Namur					31.420	40.970	23,8
Liége					495.970	122,070	26,1
Limbourg				•	560.630	259.120	24,5
Le Royaume .					 2.527.140	2.498,130	24.8

2. Nombre d'ouvriers.

	Non	nbre moyen d'ouv	riers	A COLOR OF CHILD
Janvier 1936	à veine	du fond (ouv. à veine comp.)	de la	fond et surf. réunis
Couchant de Mons	3,715	15.041	3.299	21,340
Centre	2.465	12.062	4.970	17.032
Charleroi	5.330	23,776	11.615	35,641
Namur	280	1,110	566	1.676
Liége,	3.439	19 748	8.156	27.904
Limbourg	2.679	12.527	6.087	18.614
Le Royaume	17.908	84.264	37.943	122.207

3. Production par journée de présence.

Janvier 1936	Produc à veine Kilogs	ction par journée d du fond (ouvr. à veine compris) Kilogs	du fond et de
Couchant de Mons	4.601 5.945 5.068 4.718 5.525 8.534	1.105 1.198 1.107 1.139 943 1.796	771 841 727 740 671 1.194
Le Royaume	5.692	1.180	808

Appareils Respiratoires

pour toutes les industries

Dépt Oxygène

Système DRAEGER. Réparation de tous les appareils à oxygène

Draeger, Westfalia ou Sécuritàs

Entreprises de fonçages et guidonnages de puits de mines

JULES VOTQUENNE

Bureau : 11, Rue de la Station, 11 :-: TRAZEGNIES
Téléphone : COURCELLES 91

Spécialité de guidonnages de tous systèmes BRIARD perfectionné : nouveau type 1924

Guidonnages frontaux métalliques et en bois, perfectionnés, pour puits à grande section

ARMEMENTS COMPLETS DE PUITS DE MINES

Bois spéciaux d'Australie

ENTREPRISES EN TOUS PAYS :-: GRANDE PRATIQUE

Nombreuses références: (10 puits à grande section équipement de 50 puits à guidonnage BRIARD

Visites, Projets, Etudes et Devis sur demande.

SOCIÉTÉ ANONYME D'ARENDONCK

Le plus important producteur belge en explosifs de mines Siège Administratif: 5, rue Fabry, à LlÉGE.

Usine à ARENDONCK (province d'Anvers)

Dynamites: Dynamites Gomme. — Dynamites ingélives. — Dynamites diverses. Explosifs difficilement inflammables brisants à grande puissance. Explosifs antigrisouteux avec ou sans gaîne de sûreté.

Le FLAMIVORE Nº 4 de la Société d'Arendonck, charge limite 900 grammes équivalant en dynamite 645 grammes, et le FLAMIVORE Nº 5bis, charge limite 900 grammes, équivalant en dynamite 690 grammes, figurent EN TETE du classement des explosifs de sûreté effectué par l'INSTITUT NATIONAL DES MINES A FRAMERIES.

INDUSTRIELS,

n'employez que la

FERRILINE

pour la peinture de vos ouvrages métalliques

Les fils LEVY-FINGER, Bruxelles

Téléphones Le Las

131, Rue de Vaugirard, PARIS (XV°)

Adr. Télégr, TELENAUTIC-PARIS-43 Téléphone Ségur 43-46

Agence générale en Belgique :

Max E. DELPEREE

36, boulevard Frère-Orban LIÉGE

Téléphone: 123.62

Spécialiste en matériel antidéflagrant

Appareils actuellement agréés par le Ministère de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale.

(Direction Générale des Mines)

Armature de lampe à double verrouillage

Interrupteur à bouton poussoir type T. M. G. ou « touche de mines »

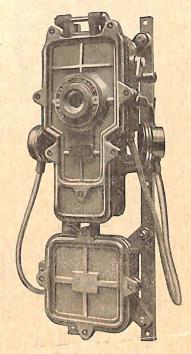
Interrupteur à commande par chaîne type T. C. G. ou « tirage étanche ».

Commutateur va et vient.

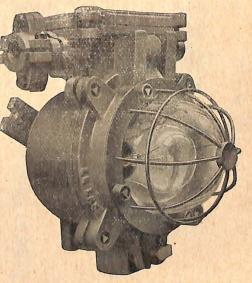
Commutateur bipolaire à rupture hrusque.

Sonnerie trembleuse à 1 timbre.
Sonnerie magnétique type S. M. G.
Sonnerie à coups type S. C. G.
Poste téléphonique type C.S.M.P.G.

Trompe de signalisation.



Poste type C.S.M.P.G.



Armature de lampe à double verrouillage.

FOURS A COKE

Janvier 1936	Production en tonnes	Conson belge	mation de d étranger	charbon total	Nombre d'ouvriers
Couchant de Mons Centre Charleroi Liége Autres provinces .	63.710 28.500 95.060 91.590 147.550	90.710 40.980 124.470 93.050 138.590	13.080 42.760 58.790	90.710 40 980 137,550 135.810 197.380	569 260 570 929 1.371
Le Royaume .	 426.410	487.800	114.630	602.430	3.669

FABRIOUES D'AGGLOMÉRES DE HOUILLE

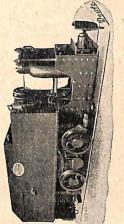
Janvier 1936			Production en tonnes	Consommation de charbon	Nombre d'ouvriers
Couchant de Mons. Centre Charleroi			9.720 19.580 68.930	8.970 17.770 62.400	81 131 471
Namur Liége			4.880	4.400 30 440	18 147
Le Royaume	*		136.360	123.980	848

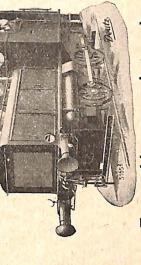
MÉTALLURGIE

Produits bruts (fonte et acier)

	Hauts fourneaux	Production
Janvier 1936	en activité	de fonte d'acier brut (non comp. les pièces moul.) Tonnes
Hainaut	. 17	118.120 118.250
Liége	. 16	104.173 105.992,
Autres provinces	. 9	51.200 43.631
Le Royaume	. 42	273 . 493 267 . 973

S. Marchae - Paris Succursale De Bruxelles 15, rue du Lombard - Téléphone: 11.70.79 LOCOMOTIVES DIESEL-DEUTZ A HUILE LOURDE Type de mine de 4-5-6-8 tonnes Type extérieur, voie étroite de 2 à 18 tonnes Voie normale de 10 à 40 tonnes Type de mine. Type de mine maine mine de 4-5-6-8 tonnes Type extérieur, voie étroite de 2 à 18 tonnes Type de mine mine mine mine mine mine minimum min





ADMINISTRATION DES MINES

Les Industries Minières et Métallurgiques en février 1936

MINES DE HOUILLE.

1. Production, stocks et nombre de jours d'extraction.

Février 19	36				F	Production Tonnes	ou de la pér.	Nombre moyen de jours d'extraction
Couchant de Mons Centre Charleroi Namur Liége Limbourg				•	が出たる	381.416 333.700 609.970 29.200 452.400 530.370	599.280 607.700 799,610 41.010 119.500 235.270	22,5 22,5 22,7 21,4 23,9 23,4
Le Royaume .					2	2,337.050	2.402.370	23,0

2. Nombre d'ouvriers.

Février 1936	Nor à veine	mbre moyen d'ouv du fond (ouv. à veine comp.)	de la	fond et surf. réunis
Couchant de Mons. Centre Charleroi Namur Liége Limbourg	3.701 2.449 5 307 284 3.428 2.604	15,065 12,162 23,514 1,118 19,563 12,305	6.397 5.039 11.809 570 7.862 6.290	21.462 17.201 35.323 1.688 27.365 18 595
Le Royaume	17.773	83.727	37.907	121,634

3. Production par journée de présence.

Février 1936	Produc à veine Kilogs		1. 6 1
Couchant de Mons	4.560 6 034 5.058 4,795 5.512 8.682	1.089 1.191 1 113 1,157 941 1.811	753 835 728 748 669 1 185
Le Royaume	5.517	1.182	804

SONDAGES-FONCAGES "TREFOR.

Société Anonyme de Forage et Entreprises Minières
Capital: 4,000,000 de francs.

Siège social: 71, Avenue Louise, Bruxelles
Bureaux: à Paris, 35, Rue Saint-Dominique. Tél.: Littré 59-30
à Madrid, 7, Plaza de Espana.

Entreprise à forfait de tous travaux de sondage, à tous diamètres et toutes profondeurs : Trépan - Grenaille - Diamant.

Sondages pour fondations - Cimentation des terrains aquifères
Abatages en masse - Travaux de consolidation
Puits filtrants - Puits artésiens

Entreprises en tous pays

Produits Réfractaires

Usines Louis ESCOYEZ

TERTRE (Belgique) et MORTAGNE-du-NORD (France)

Produits Réfractaires Ordinaires et Spéciaux pour toutes les industries

Briques et pièces de toutes formes et dimensions pour fours de tous systèmes, fours à coke, chaudières, gazogènes, cheminées, moteurs à gaz.

Ciments réfractaires ordinaires et spéciaux.

Dalles spéciales extra-dures pour usines. Carreaux et pavés céramiques.

Administration : Tertre

Téléphone : St-Ghislain 35.

Télégr. : Escoyez-Tertre

_ 2 _

FOURS A COKE.

Production. — Consommation. — Nombre d'ouvriers.

Février 1936	Production (tonnes).	Consomn belge	etranger		Nombre d'ouvriers
Couchant de Mons Centre Charleroi Liége Autres provinces	59.530 27.920 89.420 85.730 142.300	84.430 39.520 115.700 96.090 145.090	13,370 31,410 44,390	84.430 37.520 120,070 127.500 189.480	548 267 573 924 1.403
Le Royaume	405 000	480 830	114.430	570 000	3 715

FABRIQUES D'AGGLOMÉRÉS DE HOUILLE

Fév	rier	1	936	3					Production en tonnes	Consommation de charbon	Nombre d'ouvriers
Couchant	de	M	Ior	ıs				1.	9.850	9,090	73
Centre									7.400	15.780	135
Charleroi									64.090	58,070	438
Namur									4.170	3.800	17
Liége .			•	•			56	•	29 940	27.440	147
Le Royaum	е.	٠							125,450	114.180	810

MÉTALLURGIE

Produits bruts (fonte et acier).

Le Royaume	42	268.384	265.687
Hainaut	17 16 19	118.660 98.902 50.822	121.586 99.216 44.891
Février 1936	en activité	de fonte en tonnes	d'acier brut (non comp les pièces moul)'. en tonnes
	Hauts fourneaux	Pro	duction

LIBRAIRIE DU "SPHINX"

75, Rue Philippe Baucq, à Bruxelles

VIENT DE PARAITRE.

Paul POULET

LA CHASSE AUX NOMBRES

Fascicule II: Les Suites Primogènes. — 189 pages in-8°.

Prix: 9 belgas.

Dans cet ouvrage, éminemment intéressant, l'auteur étudie les suites récurrentes de croissance lente.

Voici le sommaire de ce livre :

- 1. Les suites primogènes d'ordre 2.
- II. Les suites primogènes d'ordre 4.
- III. Les suites primogènes d'ordre supérieur.

Chacune des sections de l'ouvrage se compose de quatre chapitres, traitant successivement :

- I. Les propriétés algébriques des suites récurrentes.
- II. La croissance de ces suites.
- III. Les propriétés arithmétiques de ces suites.
- IV. La primalité et la factorisation.

Cet ouvrage est l'un des rares livres où le lecteur trouvera un exposé des procédés de factorisation.

Du même auteur :

LA CHASSE AUX NOMBRES

Fascicule I : Parfaits, amiables et extension.

Prix: 5 belgas.

Poudreries Réunies de Belgique S. A.

Tél. 17.28.79

145, Rue Royale
BRUXELLES

Télég. Explosit-Bruxelles

EXPLOSIFS

MINES

et

Dynamites
de toutes puissances

Explosifs S. G. P.

Explosifs gaînes

oour mines grisouteuses

Mèches

Market Company

TRADE MARK

Explosifs brisants

CARRIERES

nitroglycérine

Explosifs pour abatages en masse

par le procédé des mines profondes

Détonateurs Corde

Cordeau détonant

Nombreux dépôts

Service rapide de livraison

Eclairas mines de sur eté, ployed.

Eclairas mines de sur n'employed.

la mpes de rine) res que la marque de les mais portent D. S.

Pour huile neilleur tent D. S.

que ceux qui portent St. Lambert St. Lambert

L'Appareil qui s'impose!

Pour le Lavage parfait DES CHARBONS ET DES SCHLAMMS

Commandes inscrites en 1928

Charbonnages Belges	Belgique	15 t/h	Schlamms
Charbonnages Deiges	Angleterre	80 »	0 — 90 m/m
Furnace Hill			
Mines de La Loire	France	120 »	0-8 m/m
)))	»	15 »	Schlamms
Pittsburgh Coal Co	U. S. A.	500 »	0 à 100 %
Mines de la Sarre et Moselle		Mark Control	
(Sté Fontaine	France	30 »	Relavage pierres
Mines et Usines de Sosnowice	Pologne	90	0 à 50 % m/m
Mines de Planzu	France	320	8 à 50 % m/m
Mines de Blanzy			0 4 00 70 111/111
Pittsburgh Coal Co :	U. S. A,	25.5	0 1 700
Wa den Pit		250 »	0 à 100
Branning Pit		250 ».	U à 100
	Belgique		
Charbonnages de Bonne-Fin :	27.6.1	20 »	Relavage pierres
Siège Ste-Marguerite	A STATE OF THE STA	20 »	» »
Siège Ste-Barbe	Tchéco-	20 //	" "
Banska a hutni spolecnost:		100	0 2 00 /
Ludwik Pit	Slovaquie	120 »	8 à 80 m/m
Ignat Pit	The Carlot of the Lines	250 :	0 à 50 m/m
Mines de Blanzy	France	48	Schlamms
Charbonnages de La Luena	Congo-Belge	80 »	0 à 60 m/m
Newton Chambers and Co	Angleterre	40 »	0 à 12 m/m
Newton Unambers and	»	15 »	Schlamms
Fontain and Burnley	Angleterre	75 »	0 à 60 m/m
Allerton Main Colliery	France	25 »	8 à 80 m/m
Houillères de La Chazotte	France	1 20 11	1 Caco mijin

Compagnie Internationale des RHEOLAVEURS FRANCE

17, Quai St-Léonard - LIEGE (Belgique)



Télégrammes ;

FRANRHÉO-LIÉGE

Těléphone LIÉGE 3947

Lavoir de Carolus Magnus à Palenberg, Allemagne

Production horaire:

350 tonnes de 0-80 m/m

ADMINISTRATION DES MINES

Les Industries Minières et Métallurgiques en mars 1936

MINES DE HOUILLE.

1. Production, stocks et nombre de jours d'extraction.

Mars 1936	Production Stock à la Nombre fin du mois moyen Tonnes de jours d'extraction
Couchant de Mons	438.890 561.140 25,3
Centre	359.660 578.960 24.7
Charleron	628.810 779.600 24,0
Namur	31.300 44.120 23.0
Liége	470.480 127.660 25,0
Limbourg	540.920 199.990 24,7
Le Royaume	2,470.060 2,291.530 24.7

2. Nombre d'ouvriers.

Mars 1936 Couchant de Mons	à veine 3.773 2.430 5.176 287	veine compris). 15,054 11,964 22,909 1,102	de la surface. 6.260 5.010 11.784 568	fond et surface. 21.314 16.974 34.693 1.670
Liege	3.410 2.582 17.658	19.418 12.167 82.614	7.835 6,406 37.863	27.253 18.373

3. Production par journée de présence.

ALL LANGE						on par journée d'a du fond (y com-	du fond et de
Mars 1936				-	à veine	pris les ouvriers	la surface
					Kilog.	à veine)	réunis. Kilog.
Couchant de Mons					4.582	1.117	781
Centre					5.971 5.047	1.191	834 720
Namur					4.728	1.163	752
Liége	•		•		5.502 8,460	936 1.770	662 1.144
		200				J Fred Name and American	1.144
Le Royaume	1				5.656	1.178	799

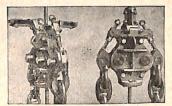
FOURS A COKE.

Mars 1936		Production	Consor	nmation de	charbon	Nombre
		Tonnes	belge	étranger	total	d'ouvriers
Couchant de Mons		62,720	89.390	-	89.390	560
Centre		30.370	42.400	The state of	42,400	265
Charleroi	,	95.780	124.820	13.530	138.350	
Liége		91 130	102.190	33.120	135,310	944
Autres provinces.	•	147.030	149.890	46.420	196.310	1.411
Le Royaume .		427.030	548.690	93.070	601.760	3.752

MATÉRIEL DE MINES POUR LE FOND ET LA SURFACE















Marteaux piqueurs et perforateurs, Perforatrices rotatives et à percussion, Bêches pneumatiques, Haveuses, Gros compresseurs fixes ou mobiles, Transporteurs à courrole pour voies de taille et galeries, Transporteurs à raclettes, Chargeurs, Pelleteuses, Roulages automatiques de berlines, Cages d'extraction en métal léger, Cuffats, Molettes, Attache-câble, Pince-câble, Attelages, Chevalements et bâtiments de recette, Grues et installations de transport, Pelles universelles.

DEMAG

DUISBURG

Représentants pour la Belgique et le Congo Belge :

Pour installations d'air comprimé et l'outillage des mines:
O. F. WENZ, Ingénieur, 107, avenue Dailly, Bruxelles 3.

Pour tous les produits, excepté palans électriques, installations d'air comprimé et l'outillage des mines : Edmond OCHS, Industriel, Seraing.

Pour palans électriques:

A. ROSENGARDE, Ing. A.I.Lg. 195-197, avenue de la Couronne, Bruxelles

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi

Société Anonyme au capital de 105.000.000 de francs

Ateliers : Charleroi. Ruysbroeck-lez-Bruxelles. Tél. : 1530 à 1535.

Télégr. : Edempain-Charleroi.

Câblerie : Marcinelle-Vilette.

Télégr. : Cablempain-Charleroi. Tél. : 3137 à 3140



Toutes les applications de l'électricité. Appareillage électrique en général. Génératrices en réceptrices de tous genres. Transformateurs statiques. Engins de levage. Pompes centrifuges.

Fils et câbles sous caoutchouc. Câbles spéciaux résistant à l'humidité et aux acides. Câbles sous plomb nu et armés de toutes tensions. Câbles téléphoniques et de signalisation. Boîtes et accessoires pour câbles. Tubes isolants.

ADMINISTRATION DES MINES

MINISTÈRE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

IMPRIMERIE Robert Téléph. 48.27.84 RU 37-39, rue Borrens × m m LOUIS



AZ

Z

山

口

1936

M G I Q

O

M

Institut National des Mines à Frameries-Paturages

RAPPORT

SUR LES

Travaux de 1935

PAR

ADOLPHE BREYRE,

Ingénieur en chef des Mines, Directeur de l'Institut. Professeur à l'Université de Liège.

SOMMAIRE:

I. —	Travaux sur les explosifs	5
	Galerie de Pâturages : tirs de contrôle et divers .	5
	Etude des détonateurs à retard	6
	Nouveaux essais sur les exploseurs pour mines	
	grisouteuses	7
	Reconnaissance d'une gaîne au feldspath	7
A STATE		
II. —	- Lampes, grisouscopes, grisoumètres	8
	Lampes électriques, quelques modifications agréées	8
	Aérage secondaire des mines	9
	Lampes à flamme. — Influence d'un jet d'air	
	comprimé sur la lampe à flamme à alimenta-	
	tion inférieure	10

C. — Etude des pertes dans le circuit de tir 108

1. Déperditions dans les circuits de détonateurs	109
Expériences préliminaires	110
Déperditions par la partie isolée des fils de	
détonateurs	114
Déperditions par les jonctions des fils de	
détonateurs	121
2. Déperditions dans les lignes	127
Ligne courante à deux conducteurs isolés	
torsadés	127
Effets de la capacité d'une ligne de ce genre	129
Ligne en conducteurs nus (essais sur bois secs, sur bois verts, sur bois humides)	131
Ligne à conducteurs isolés et torsadés fixés sur bois humides. — Effet de diverses ava-	
ries ou défauts	139
Résumé général de l'étude des pertes dans le circuit	
de tir	141
Annexe II. — L'obtention du méthane des eaux résiduaires,	149
par F. Van Oudenhove et G. Nenquin	143
Annexe III. — L'adsorption du méthane par les houilles	
sous pression élevée, par L. Coppens	173

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

INSTITUT NATIONAL DES MINES FRAMERIES-PATURAGES

Rapport sur les travaux de 1935

PAR

ADOLPHE BREYRE,

Ingénieur en chef des Mines Directeur de l'Institut Professeur à l'Université de Liége

I. — TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS.

Tirs de classement ou de contrôle.

L'Institut National des Mines est chargé, en matière d'explosifs, d'une série de missions de contrôle ou de classement.

Résumons son activité en 1935 en cette matière :

Tirs de classement: 41 tirs ont été effectués; 15 d'entre eux ont porté sur deux explosifs de fabrication belge, dont l'étude avait été commencée en 1934; l'un d'entre eux a été admis et porté sur la liste des explosifs S.G.P. (Nitrocooppalite II, A. M. du 20-12-1935 n° 13D/5363).

Les autres tirs sont relatifs à quatre explosifs étrangers qui n'ont pu être admis.

Tirs de contrôle d'explosifs prélevés dans les charbonnages : 118 tirs; ces tirs ont été très nombreux.

Tirs à l'occasion de visites éducatives : 65 tirs.

Tirs spéciaux en poussières : 60 tirs. Ils ont eu surtout pour but de comparer les résultats obtenus à notre galerie avec ceux donnés par l'inflammateur du type S.M.R.B.

Etudes connexes au tir simultané. — Les détonateurs à retard.

Poursuivant les études connexes au tir simultané, nous avons achevé cette année l'étude des détonateurs à retard, commencée déjà en 1934.

Nous avons examiné les types de divers fabricants, relevant à l'oscillographe les temps réels de départ et les comparant avec les retards théoriques déclarés par le constructeur.

Naturellement, la supériorité des retards à poudre sans émission gazeuse s'est confirmée dans ces essais. Néanmoins, quelle que soit la perfection de la fabrication, on ne peut trouver actuellement de retards dont l'exactitude puisse être garantie avec une marge inférieure à ± 0,25 seconde près (le Rapport sur les travaux de 1934, p. 8 où nous avions déjà indiqué des résultats, avait imprimé par erreur 25 millisecondes au lieu de 25 centisecondes).

Nous en tirons la conclusion qu'il ne faut pas, dans les tirs à retards, réduire à une demi-seconde l'intervalle entre deux volées; le départ des mines d'un même retard s'échelonne sur un intervalle d'une demi-seconde, il faut garder au moins 0,25 seconde de sécurité avant le départ de la volée suivante, si l'on ne veut pas risquer d'interférences entre les coups des volées successives; en cas d'interférences, les coups de la volée n+I sautant avant ceux de la volée n feront nécessairement canon faute de dégagement, et les volées suivantes feront de même : le tir sera donc entièrement raté.

Diverses autres précautions sont à observer dans le tir à retards : ne pas trop rapprocher les coups, soigner le bourrage, etc.

Vu l'importance du sujet, nous avons consacré une note spéciale, que l'on trouvera en annexe à ce rapport, en collaboration avec M. l'Ingénieur principal J. Fripiat. Nous y donnons le détail des expériences faites.

Nouvelles recherches sur exploseurs pour mines grisouteuses.

Dans cette note, nous relatons encore les expériences faites sur des exploseurs pour mines grisouteuses présentés en 1935. La plupart n'offrent rien de bien particulier par rapport à leurs devanciers; nous ferons une mention spéciale pour deux d'entre eux, dont l'un muni d'un dispositif électromagnétique ne permettant le lancer du courant dans le circuit extérieur que dans le cas d'une intensité suffisante.

Essai d'une gaine au feldspath.

Comme nous l'avons déjà indiqué dans notre rapport sur les travaux de 1934, un fabricant d'explosifs, la Société d'Arendonck, après deux autres formules qui ne présentaient pas d'avantage marqué sur les compositions gainantes actuelles aux chlorures et fluorures, a réalisé une nouvelle composition répondant à la formule suivante :

Feldspa	th	orthose .			55
Sulfate	de	potassium			35
Plâtre		STATE NAMES			10

La finesse de la matière mise en œuvre est telle que 84 % traversent le tamis de 1568 mailles par centimètre carré et 55 % traversent le tamis de 5100 mailles par

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

centimètre carré. La gaine était du type semi-rigide : dans ce genre de fabrication, la cartouche d'explosif, entourée de sa gaine remplie, est trempée quelques instants dans un bain d'eau : le plâtre de la matière gainante durcit et agglomère la gaine en lui donnant une consistance semi-rigide.

Les cartouches trempées sont séchées ensuite. Diverses précautions doivent naturellement être prises dans cette fabrication délicate. Le papier extérieur à la gaine doit être résistant et buvard puisqu'il doit laisser pénétrer l'eau et écouler l'excédent.

La gaine au feldspath se fait en 3 m/m d'épaisseur, avec un minimum de poids de 65 grammes pour 100 gr. d'explosif.

Le Flammivore Vbis (explosif S.G.P. d'Arendonck) muni de la gaine, a été essayé en charges suspendues dans notre galerie, en grisou naturel de la station, non oxygéné.

Nous avons procédé de la sorte à 17 tirs à charge de 900 grammes : nous avons obtenu 14 non-inflammations et 3 inflammations ralenties.

Ces tirs ont montré que la nouvelle composition est au moins aussi efficace que celles en usage actuellement. Un arrêté ministériel du 21 octobre 1935 a agréé la nouvelle gaine.

II. — LAMPES, GRISOUSCOPES, GRISOUMETRES.

Lampes électriques portatives.

Nous avons étudié quelques modifications de détail apportées à des types précédemment autorisés. Ces modifications sont indiquées au tableau des appareils électriques agréés au cours de 1935.

Aérage secondaire des mines.

Nous avons eu à examiner trois types — un de construction belge, deux de construction étrangère — de ventilateurs (turbines à air comprimé) étudiés spécialement pour l'aérage secondaire dans les mines grisouteuses. Ils ont été admis et figurent plus loin dans la liste des appareils agréés.

D'autre part, à la demande de la Société Anonyme Chaurobel, à Buysinghen, nous avons examiné le comportement d'un bronze spécial destiné à la construction de rotors de ventilateurs.

Le bronze en cause avait la composition centésimale suivante : Cu : 92 à 93; Fe : 1,5 à 2; Zn : 2 à 2,5. Un disque de ce métal, de 250 m/m de diamètre, de 30 m/m d'épaisseur, était monté sur un arbre et tournait, en guise de meule, à 750 tours par minute.

Un sabot, fait de même métal, appuyait sur la périphérie de la meule et recevait un effort de pression réglable entre 30 et 110 kilogrammes.

Nous opérions en mélange grisouteux inflammable à 9 % de méthane. Les parties en contact de la meule et du sabot deviennent rapidement rouge-sombre, mais il n'y a ni étincelle ni inflammation de grisou.

Nous avons repris ensuite les essais en substituant un sabot d'acier au sabot de bronze. L'acier rougit et donne des gerbes d'étincelles sans que celles-ci enflamment le grisou.

Les poussières de meulage de ce bronze ne peuvent donc entrer en combustion au contact des étincelles de fer.

En conclusion, le bronze proposé peut être utilisé pour la construction des rotors de ventilateurs.

Influence d'un jet d'air comprimé sur une lampe à flamme.

Nous avons eu à étudier, à la demande du Service des Mines, un cas particulier qui nous avait été signalé.

Au cours d'une visite des travaux, un ingénieur avait observé que dans un travail de percement d'étreinte, à petite section, la flamme des lampes Wolff à alimentation inférieure, cuirassées, se mettait en mouvement vibratoire en synchronisme avec la décharge d'air comprimé du marteau-pic utilisé par l'ouvrier chargé du percement.

La flamme s'allongeait et l'ingénieur avait constaté un échauffement de la lampe. Il était fondé à se demander si la lampe, dans ces conditions, restait de sécurité.

Quelques essais préalables nous ont montré que l'effet sur la lampe est variable suivant l'incidence du jet. Aussi nous avons tenu à décomposer le problème en ses éléments en examinant successivement :

- a) l'influence d'un jet permanent d'air pur;
- b) l'influence d'un jet d'air grisouteux;
- c) l'influence de la décharge d'un marteau-pic, en air pur ou en air grisouteux

Dans tous ces essais, la hauteur de la flamme est réglée au départ à 20 millimètres; un thermomètre est introduit par les ouvertures supérieures de la cuirasse, de telle manière que sa cuvette se trouve entre le chapeau et le tamis supérieur (voir schéma fig. 1). Dans ces conditions, la température de régime des gaz à l'endroit de la cuvette est exactement de 100° C.

a) Influence d'un jet permanent d'air pur.

L'air est fourni par un appareil volumogène de débit constant (80 litres par minute); il est dirigé par un tube de verre vers différents points de la lampe.

Voici les constatations:

1° Le jet est dirigé sur la couronne d'entrée d'air pendant 5 minutes. La hauteur de la flamme descend à 15 millimètres et le thermomètre descend de 100 à 90°. Le chapeau devient moins chaud, la température de la cuirasse ne paraît pas avoir changé.

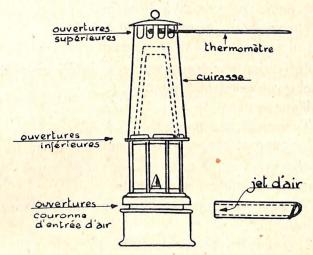


Fig. 1. — Influence d'un jet d'air sur une lampe à alimentation inférieure.

2° Le jet est dirigé sur les ouvertures inférieures de la cuirasse pendant 2 minutes. La flamme atteint 25 m/m et le thermomètre tombe de 100 à 42°. Le chapeau et la cuirasse sont fortement refroidis.

3° Le jet est dirigé sur les ouvertures supérieures de la cuirasse pendant une minute. La flamme descend à 17 m/m, la température descend à 20° (il convient de noter que cette fois la cuvette du thermomètre est frappée directement par le jet d'air). Le chapeau et la cuirasse sont fortement refroidis.

Ayant constaté chaque fois un refroidissement de la lampe, nous avons recommencé les mêmes expériences avec de l'air chargé de grisou.

- b) Influence d'un jet permanent d'air grisouteux. (Teneur : 2,57 %.)
- 1) Jet dirigé sur la couronne d'entrée d'air pendant 5 minutes.

 Flamme passe de 20 à 25 m/m.

 Thermomètre monte de 100 à 125°.

 Cuirasse et chapeau deviennent plus chauds.
- 2) Jet dirigé sur les ouvertures inférieures de la cuirasse pendant 3 minutes.
 Flamme passe de 20 à 15 m/m.
 Thermomètre tombe de 100 à 35°.
 Cuirasse et chapeau fortement refroidis.
- 3) Jet dirigé sur les ouvertures supérieures de la cuirasse pendant une minute.

 Flamme passe de 20 à 25 m/m, mais elle est fort instable.

 Thermomètre tombe de 100 à 35°.

 Cuirasse et chapeau fortement refroidis.

La lampe ne s'échauffe donc d'une façon appréciable que lorsque le jet d'air lancé sur la lampe renferme du méthane et encore faut-il que l'introduction forcée du mélange se fasse conformément au tirage naturel de la lampe.

A titre de comparaison, nous avons noté les variations de température lorsque la lampe est disposée dans une

atmosphère grisouteuse de même ordre au repos (teneur 2,42 %).

La hauteur de la flamme atteint 26 m/m; le chapeau et la cuirasse s'échauffent fortement; le thermomètre indique 120° après 5 minutes et 137° après 10 minutes. Lorsqu'on ramène la flamme à la hauteur de 20 m/m, tout en laissant la lampe dans le grisou, le thermomètre descend et se stabilise à 118°.

Ces essais avec jets continus localisés ont permis d'étudier séparément l'action des jets violents sur chacune des issues de la lampe. La décharge d'un marteau-pic voisin correspond à l'action combinée de jets frappant respectivement les trois issues de la lampe.

Les essais rapportés ci-dessus permettaient de prévoir que, sauf le cas d'une atmosphère chargée de grisou, ces jets ne pourraient que refroidir la lampe. Les essais suivants ont confirmé ces prévisions.

c) Influence de la décharge d'un marteau-pic.

Les essais ont été réalisés dans un conduit en tôle de section rectangulaire (0,32 × 0,15 m.) mesurant 1 m. de longueur (fig. 2).

La lampe est placée à l'intérieur du conduit, à 20 cm. de l'une de ces extrémités. Près de l'autre extrémité se trouve le marteau-pic auquel un opérateur donne l'orientation nécessaire pour que la décharge pénètre dans le conduit.

Un thermomètre disposé comme il est dit à propos des expériences précédentes, indique la température des gaz brûlés sortant du tamis.

Pour les expériences dans lesquelles la teneur en méthane était inférieure à 4%, nous avons alimenté le marteau-pic avec des mélanges air-méthane réalisés à partir de l'aspiration de notre compresseur.

Pour obtenir des teneurs supérieures, nous avons dû procéder autrement.

Le marteau était alimenté en air pur, mais du grisou était introduit tel quel à mi-longueur du conduit par deux tubes perforés. Ceux-ci recevaient le gaz directement d'une bonbonne par l'intermédiaire d'une conduite en caoutchouc sur laquelle était dérivé un manomètre à mercure.

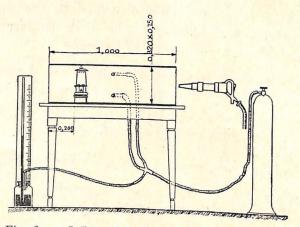


Fig. 2. — Influence de la décharge d'un marteau-pic.

En maintenant la pression au manomètre à une valeur constante, on pouvait réaliser un débit sensiblement continu de gaz dans l'appareil.

Nous avons procédé à 23 expériences. Celles-ci ont conduit à des résultats dont il serait difficile de tirer des lois, à cause des variations de certaines conditions expérimentales, telle que la pression d'alimentation du marteau-pic : celle-ci diminuait de 5 à 3 kg au cours d'une expérience dont la durée était limitée de ce fait à une minute.

Dans les derniers essais, avec forte teneur en grisou, il n'était pas toujours aisé d'admettre le grisou au moment même où le marteau-pic était mis en action. Lorsque l'échappement du marteau est dirigé sur la lampe avant que le grisou ne soit introduit, il y a d'abord une période de refroidissement de la lampe qui peut masquer l'élévation ultérieure de température provenant de la combustion du méthane dans la lampe.

Dans le cas contraire, il y a extinction immédiate de la lampe par suite de la trop grande richesse en méthane de l'atmosphère ambiante.

Nous résumons donc ci-après les observations faites au cours de nos essais.

1° Nous constatons, dès la mise en marche du marteau-pic, une diminution de la température indiquée par le thermomètre. Cette chute est de l'ordre de 40° lorsque la teneur est inférieure à 4 %; elle n'est que de 30° pour les teneurs supérieures.

2º Il y a également refroidissement de la région de la cuirasse opposée à celle frappée directement par le mélange grisouteux.

Or, l'état calorifique de cette partie de la lampe constitue un critérium de sa sécurité, car on sait que lors des mises en défaut dans les courants grisouteux animés de grande vitesse, c'est dans la moitié diamétrale de la lampe, opposée à celle frappée par le courant, qu'on constate le maximum d'échauffement.

Nous avons constaté chaque fois un refroidissement de la cuirasse. Ce refroidissement est très marqué lorsque la teneur est inférieure à 4 %; il est moins sensible lorsque la teneur en méthane est supérieure à 4 %.

Au cours d'un essai à 6,8 %, il nous a même semblé que la température de la cuirasse n'avait pas changé.

Nous n'avons pu opérer à des teneurs plus élevées, à cause de l'extinction rapide de la lampe.

La décharge d'un marteau-pic fonctionnant dans des conditions normales au voisinage d'une lampe à flamme cuirassée ne peut mettre sa sécurité en défaut.

Il n'y aura échauffement de la lampe que si celle-ci se trouve dans une atmosphère ambiante riche en méthane et, dans ce cas, la présence du marteau ne modifie aucunement sa sécurité.

Avant d'abandonner cette question, nous avons fait deux essais avec une lampe à benzine à alimentation inférieure non cuirassée. La lampe était placée dans l'appareil utilisé pour les essais précédents, le mode opératoire était le même.

1^{er} essai: Teneur en méthane 4,9 %. L'essai dure une minute. La flamme de benzine s'allonge jusqu'au dessus du verre; des flammes bleues apparaissent dans les toiles.

Le tamis extérieur conserve la même température à sa partie inférieure; la partie supérieure, au contraire, au moment où l'on retire la lampe, est plus chaude au toucher. Cependant, le thermomètre tombe en 30 secondes de 133 à 75°.

2º essai : Teneur en méthane 5,4 %. L'essai dure également une minute et donne lieu aux mêmes constatations que le précédent. Le thermomètre tombe de 140 à 100° C.

Dans ces essais avec lampes non cuirassées, les indications d'un thermomètre disposé au-dessus du tamis extérieur ne concordent pas avec les constatations faites au toucher concernant l'état calorifique du tamis. Les gaz chauds sortent par toute la partie latérale du tamis dont ils conditionnent l'échauffement; ces gaz ne sortent plus exclusivement par le sommet, comme c'est le cas

dans les lampes cuirassées. Le thermomètre se trouve sur un courant refroidissant direct; de là la chute rapide enregistrée.

Conclusion: La décharge d'un marteau-pic fonctionnant dans des conditions normales au voisinage d'une lampe à flamme cuirassée ne peut mettre sa sécurité en défaut. Il n'y aura échauffement de la lampe que si celle-ci se trouve dans une atmosphère riche en méthane. Dans ce cas, la présence du marteau ne modifie aucunement sa sécurité.

III. — MATERIEL ELECTRIQUE ANTIDEFLAGRANT.

Nous avons eu à examiner une trentaine d'appareils électriques divers en vue de leur agréation pour emploi dans les mines grisouteuses.

Nous donnons, plus loin, la liste des appareils qui ont été agréés, classés suivant l'ordre déjà admis dans les rapports précédents.

Signalons deux groupes d'essais particuliers qui ont été entrepris à la demande des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi.

Recherches sur les appareils électriques de signalisation.

A la demande des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi, nous avons entrepris des recherches sur la sécurité d'une installation de signalisation.

Le problème posé était de savoir si l'étincelle accompagnant la rupture d'un câble reliant les appareils était capable d'enflammer le grisou.

Ces recherches ont été assez longues du fait que nous

avons dû préparer des mélanges air-grisou naturel vivifié par des additions d'oxygène (1).

Nous donnons ci-après les dispositifs expérimentaux utilisés pour ces recherches et les résultats auxquels ils ont conduit :

Premier dispositif.

Le premier dispositif répondait au schéma (fig. 3). Le courant est fourni par un transformateur T abaissant la tension de 220 à 24 volts.

Sur le circuit basse tension sont dérivés une sonnerie à courant alternatif S et un électro-aimant E.

Quand l'électro-aimant est alimenté, il attire une

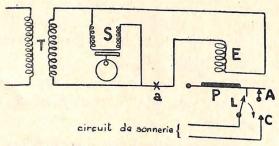


Fig. 3. — Dispositif d'expérience sur les appareils de signalisation.

plaquette P qui libère ainsi un levier mobile L. Celui-ci en tombant sur une pointe de contact C ferme un circuit de sonnerie non représenté au schéma.

Lorsque le courant d'alimentation est coupé, la plaquette retombe sur un arrêt A.

L'électro, la plaquette, le levier et l'arrêt ne forment en réalité qu'un seul appareil, désigné ci-après par le nom de clapet. On nous demandait de rechercher si une étincelle de rupture se produisant en « a » enflammait le grisou.

En ce point, nous avons intercalé un rupteur mécanique comportant une lame élastique accrochée au passage par une pièce coudée animée d'un mouvement de rotation. Le tout est disposé dans un récipient métallique dans lequel afflue continuellement un mélange inflammable.

La pièce mobile est actionnée par un moteur dont un opérateur fait varier continuellement la vitesse en agissant sur une résistance à curseur, de telle façon que le nombre de ruptures oscille sans cesse entre 1 et 4 par seconde.

Nous avons utilisé 3 bobines différentes dans l'électro-aimant E. Ces 3 bobines présentaient respectivement les caractéristiques ci-dessous :

Bobine	1				3200	spires
Bobine	2				4500	spires
Bobine	3				7500	spires

Nous avons procédé aux essais d'inflammation dans les conditions suivantes:

1º la plaquette est libre dans ses mouvements;

2º la plaquette est maintenue contre l'arrêt limitant son écartement du noyau.

C'est dans le second cas que le courant passant par le rupteur est le plus élevé.

Dans aucun cas, nous n'avons eu inflammation.

Deuxième dispositif.

Le deuxième dispositif expérimental, représenté au schéma de la figure 4, comportait 5 clapets groupés en dérivation.

⁽I) Dans un mélange air pur-méthane, le rapport oxygène azote est de 0,264.

La question posée par le constructeur était de savoir si une rupture dans le fil commun de retour des 5 clapets pouvait enflammer le grisou en supposant les 5 clapets simultanément en activité au moment de la rupture

Il fallait aussi rechercher quelle devait être la valeur des 5 résistances identiques R pour qu'il n'y ait pas inflammation.

Nous résumons ci-après les résultats obtenus :

Rapport O ² N ₂	Valeur des résistances R.	Résultat + inflam- mation O non in- flammat.
0,285	250	0
0,285	225	+
0,285	150	+
0,263	225	0
	194	+
	150	+
0,255	0	+
0,263	194	+
0,263	194	.+
		All my
0,263	225	0
0,263	194	+
0,266	225	0
	194	+
	150	The American
0.263	225	0
	194	+
	$\begin{array}{c} \frac{O^2}{N_2} \\ \\ 0,285 \\ 0,285 \\ 0,285 \\ 0,263 \\ 0,263 \\ 0,263 \\ 0,263 \\ 0,263 \\ 0,263 \\ 0,263 \\ 0,263 \\ 0,266 \\ \end{array}$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

Conclusion: Si l'on ne retient que les essais réalisés avec des mélanges grisouteux caractérisés par un rapport O²/N² de l'ordre de 0,264, il n'y a pas inflammation si les résistances R sont portées à 225 ohms.

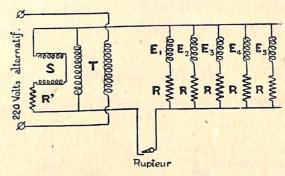


Fig. 4. — Dispositif d'expérience à cinq relais.

Légende : E_1 ... E_5 = électro-aimants des clapets.

R = résistances additionnelles variables représentant la résistance ohmique des câbles d'alimentation.

T = transformateur abaissant la tension de 220 à 24 volts.

R1 = résistance additionnelle fixe de 250 ohms.

S = Sonnerie.

Troisième dispositif.

Identique au second, mais il ne comporte que 3 clapets en dérivation.

Disposition des clapets	Rapport O ² /N ²	Valeur des résistances R en ohms	Résultat + inflam- mation O non in- flammat.
3 clapets libres	0,264	250 150 100	O + +
	0,263	194	+ O
2 clapets libres et 1 clapet calé	0,255 $0,255$ $0,255$	100 71 0	O O +
1 clapet libre et 2 clapets calés	0,263	194	Ò
3 clapets calés	$0,264 \\ 0,263$	250 194 71	O + +

Conclusion: Ces expériences conduisent à la même conclusion que celles réalisées avec le deuxième dispositif.

Quatrième dispositif.

Ce dispositif est représenté dans le schéma de la figure 5.

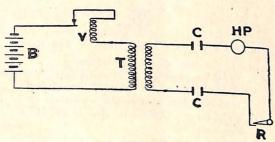


Fig. 5.

B = batterie d'accumulateurs 18 volts.

T = transformateur.

V = vibreur composé d'un électro-aimant et d'une plaque vibrante avec pointe de contact. Cet appareil produit des interruptions du courant primaire dans le transformateur T.

C = condensateur de 2 microfarads.

HP = haut-parleur.

R = rupteur mécanique.

Nous avons procédé à des essais d'inflammation d'un mélange grisouteux (rapport $O^2/N^2 = 0,267$ CH⁴ : 9,75) dans les conditions suivantes :

- a) montage normal comme indiqué dans le schéma;
- b) le haut-parleur est court-circuité;
- c) les 2 condensateurs sont court-circuités.

Dans aucun cas, nous n'avons eu inflammation du mélange grisouteux.

Les cases lumineuses des tableaux de signalisation.

Jusqu'à présent, la question des regards dans les appareils antigrisouteux était réglée par la prescription suivante : (art. 9 des Règles rappelées dans les Annales des Mines de Belgique, 1930, pp. 591 et suiv.) « Les regards dans les parois des enveloppes seront protégés par une double glace épaisse solidement encastrée. »

Le mode de fixation n'était pas spécifié, mais on avait toujours exigé que les deux glaces soient disposées dans un logement de la partie métallique de l'enveloppe et serrées entre des joints de plomb.

En 1933, à la demande d'un constructeur, des essais montrèrent que l'on pouvait substituer aux joints de plomb imposés dans les armatures de lampes, un scellement à la litharge.

En 1935, la question s'est posée dans son ensemble pour les boîtiers lumineux et les armatures.

Dans les premiers, les regards étaient fermés par deux glaces juxtaposées de 50 à 70 m/m de diamètre et de 7 à 8 m/m d'épaisseur, serrées entre des joints de plomb par l'intermédiaire d'un anneau fixé par des vis sur la paroi intérieure de l'appareil.

Dans les armatures de lampes, un globe de 7,5 m/m d'épaisseur minimum portait un rebord plat serré entre des joints de plomb.

Il s'agissait de remplacer les joints de plomb par un scellement à la litharge et d'utiliser une seule glace au lieu de deux.

Avant de donner un avis, il importait de s'assurer des qualités de résistance du ciment et des glaces.

Le ciment ne peut se laisser attaquer par les eaux

chlorurées du fond et doit résister à l'échauffement causé par le fonctionnement des organes électriques.

Les glaces doivent être résistantes au choc et pouvoir supporter des variations brusques de température.

Dans le cas des doubles glaces, la glace extérieure protège la glace intérieure contre les chocs; par contre, elle ne subit pas d'échauffement notable et ne court pas le risque d'être brisée lorsqu'elle est atteinte par des gouttes d'eau froide, comme cela peut se produire dans les endroits humides. Dans le cas d'une simple glace, au contraire, celle-ci doit résister à la fois aux chocs et à un refroidissement brusque.

On comprendra par là pourquoi nous nous sommes attachés à vérifier les qualités de résistance des glaces.

Pour nous permettre de procéder à ces diverses vérifications, les Ateliers de Constructions électriques de Charleroi mirent à notre disposition un tableau lumineux à 12 cases, dans lequel tous les modes de fixation des glaces étaient utilisés: simple glace scellée au ciment, double glace scellée au ciment, double glace avec joints de plomb.

Le ciment était composé de dix parties de litharge et d'une partie de glycérine. Nous avons procédé aux essais suivants:

I. — Résistance du ciment aux eaux chlorurées.

Les scellements à la litharge ont été recouverts pendant un mois, les uns d'une solution saturée de chlorure de sodium, les autres d'une solution saturée de chlorure de magnésium.

Les solutions ayant été enlevées, le ciment après séchage n'a pas laissé apparaître de gerçures.

2. — Résistance à la chaleur.

A l'intérieur du boîtier, nous avons disposé un enroulement métallique. Après fermeture de l'appareil, nous avons porté l'enroulement au rouge, en y faisant passer un courant électrique. Nous avons soumis ainsi l'appareil à un échauffement violent pendant 8 heures.

La température près de la paroi intérieure était de 110°. Après refroidissement, nous avons constaté que le ciment était resté tel qu'il était avant l'essai.

3. — Résistance au choc.

Nous avons recherché si la résistance des glaces dans leur logement pouvait être influencée par le mode d'encastrement. Nous avons utilisé un mouton de 85 grammes tombant en chute libre sur la face extérieure du regard.

L'essai était poursuivi à des hauteurs croissantes jus-

qu'à rupture de la glace.

1° essai : glace unique (épaisseur 8 m/m) scellée au ciment. Pas de rupture pour chutes de 20, 30, 40 et 50 cm. Rupture pour 60 cm.

2º essai : deux glaces (épaisseur de chaque glace 8 m/m) scellées au ciment. Pas de rupture de la glace extérieure pour chutes de 20, 30, 40 cm. Rupture pour 50 cm.

3º essai : deux glaces (épaisseur de chaque glace 3 m/m) avec joints de plomb. Pas de rupture de la glace extérieure pour chutes de 20, 30, 40, 50 cm. Rupture pour 60 cm.

4º essai : deux glaces (épaisseur de chaque glace S m/m) avec joints de plomb. Pas de rupture de la glace extérieure pour chutes de 20 et 30 cm. Rupture pour 40 cm.

27

Le choc le plus faible ayant entraîné la rupture s'est donc produit au 4° essai, lequel a porté précisément sur une double glace avec joint de plomb.

Le scellement au ciment ne semble donc pas influer défavorablement la résistance de la glace.

Nous avons observé également qu'au premier essai, les fentes étaient peu nombreuses et qu'elles l'étaient beaucoup plus pour les trois autres.

Enfin, nous avons constaté que, quels que fussent le mode de fixation et le degré de fragmentation des glaces, les morceaux restaient parfaitement en place dans leur logement, sans altérer l'étanchéité du joint.

Les Ateliers de Constructions électriques de Charleroi nous ont fait parvenir 6 glaces de 65 m/m de diamètre et de 12 m/m d'épaisseur fabriquées par les Cristalleries du Val-Saint-Lambert.

Nous avons soumis quatre de ces glaces à des essais d'échauffement combiné avec un refroidissement brusque.

La glace, scellée au plâtre dans un anneau métallique, était disposée dans un récipient en tôle épaisse fermé par une plaque d'amiante. Le tout était ensuite chauffé au four électrique, puis transporté à l'air libre (fig. 6).

Un thermomètre introduit ensuite par une ouverture pratiquée dans la plaque d'amiante, permettait de suivre la température intérieure qui diminuait lentement. Lorsque celle-ci était descendue à une valeur jugée convenable, on enlevait rapidement le couvercle d'amiante et on projetait sur la glace de l'eau froide.

L'échauffement préalable au four n'a fêlé aucune glace.

Le refroidissement brusque par projection d'eau froide a conduit aux constatations suivantes :

a) dans un essai à 250°, on observe une fissuration extrêmement poussée et partant de la face supérieure touchée par l'eau froide. Cette fissuration diminue en pénétrant dans la masse; elle est réduite sur la face inférieure, la moitié environ des fissures s'arrêtant dans l'épaisseur de la glace;

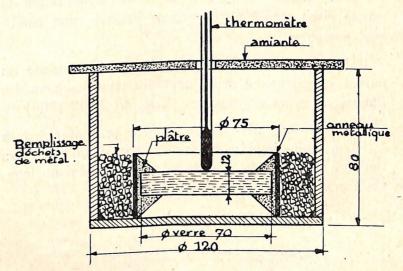


Fig. 6. - Dispositif de chauffage des regards.

- b) dans un essai à 200°, la face atteinte par l'eau est fissurée comme dans l'essai précédent, mais la face opposée l'est à peine;
- c) dans un essai à 150°, on observe 3 fentes n'affectant qu'une très faible épaisseur à partir de la face touchée par l'eau froide;
 - d) dans un essai à 165°, il n'y a aucune fissuration.

Dans tous les cas, la glace est restée entière et susceptible par conséquent de maintenir l'étanchéité d'un appareil. Il va sans dire que les échauffements indiqués cidessus sont bien supérieurs à ceux qui se rencontrent dans les appareils de signalisation. Ces essais nous ont permis néanmoins de juger de la bonne qualité du verre.

Conclusions. — Regards pour boîtiers lumineux. — On peut utiliser dans les appareils de signalisation la simple glace scellée au ciment de litharge, aux conditions suivantes :

1° la glace présentera des qualités de résistance au moins équivalentes à celles imposées pour les lampes à flamme de mines grisouteuses (C.M. du 20-12-1906).

2° L'épaisseur des glaces ne sera pas inférieure à 12 m/m, leur diamètre n'excédera par 70 m/m et sera toujours inférieur de 4 m/m au moins à celui du logement pratiqué dans la paroi métallique.

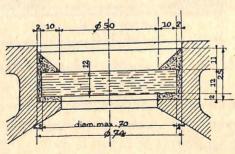


Fig. 7. — Joint proposé pour regards de boîtiers lumineux.

3° Le ciment de composition homogène (10 parties de litharge et 1 partie de glycérine) recouvrira les deux faces de la glace sur 10 m/m au moins de largeur à partir de sa périphérie et remplira complètement le vide existant entre la glace et son logement, suivant croquis cicontre (fig. 7).

Armatures de lampes. — On peut également autoriser le scellement à la litharge. Le ciment devra présenter la composition homogène indiquée ci-dessus et recouvrir sur 25 m/m au moins de largeur les rebords du globe suivant croquis ci-contre (fig. 8).

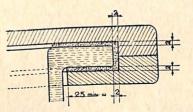


Fig. 8. — Joint scellé à la litharge pour armature de lampe.

Remarque: Il convient de faire observer que les modifications proposées concernent uniquement les appareils de signalisation et les armatures et ne peuvent s'étendre aux appareils de grande capacité sujets à des échauffements intenses, tels que moteurs, interrupteurs, disjoncteurs, transformateurs.

Les regards pratiqués dans ces appareils doivent rester conformes aux prescriptions antérieures.

Nous donnons ci-après le tableau des appareils électriques agréés en 1935. Comme d'habitude, nous avons compris dans cette liste les lampes portatives, les ventilateurs secondaires, les locomotives Diesel.

LISTE

DES

APPAREILS ELECTRIQUES ET DIVERS

agréés en 1935

	12-3-1935	Société Siemens, Dép. Siemens/Schukert, 116, chauss. de Charleroi, Bruxelles.	13E/5753	1 moteur asynchrone, en cage d'écureuil, type D. O. R. 76-4, tensions : 220/380 volts, 7 KW., 1435 tpm., n° du moteur: 2.880.576. Suivant plans : Ensemble D. 430. Schéma D. 431.
	26-3-1935	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5755	1 moteur, type G.A.B.F. 61. Remarque: Ce moteur se différencie du type G.A. B.F. 66, agréé le 15-6-1934, n° 13E/5687 par: a) tension 500 au lieu de 3.000 volts. b) longueur de l'enveloppe: inférieure de 60 mm. au type G.A.B.F. 66. Suivant plan n° 508.008.
	13-8-1935	ldem.	13E/5784	Moteur type A.C.G. 28, 500 volts, 4,25 HP, 3,1 KW., rotor en court-circuit. Moteur nº 106.109. Suivant plan nº R.M. 498.
Annual or other Persons	26-11-1935	Société Siemens, Dép. Siemens/Schukert, 116, chauss. de Charleroi, Bruxelles.	13E/5823	La puissance du moteur type D. O. R. 116-4, autorisé le 26-9-1930 sous la CM nº 13E/5296, est porté de 11 à 14,5 KW., par suite de l'utilisation d'un meilleur isolant (à base de mica et d'asbeste).

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

II. — MOTEURS (suite)

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	Nº de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
23-12-1935	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5831	1 moteur asynchrone triphasé, rotor bobiné, type A. F. G. 51, 525 volts, 29 KW., 1455 tpm. avec dispositif de mise en crtct. des bagues, nº 38.447, fabrication 803.583. Suivant plans: 511.070: coupe longitudinale. 509.491: coupe transversale. 509.013: portière (établie pour les types A.F.G. 56 et 51). 509.148: regard de portière (id.).
23-12-1935	ldem.	13E/5825	1 moteur type A.C.G. 367 à courant triphasé, 500 volts, 15 KW., 2925 tpm., nº 122.042. Fabrication: R.y. 310.767. Suivant plans: RM. 745: demi-coupe et demi-vue long. R.M. 747: disposition des bornes du stator.

APPAREILS DIVERS

Date	CONSTRUCTEUR	Nº de la décision	
d'autorisation		ministérielle	
28-1-1935	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5733	l controller de manœuvre à 2 sens de marche, type P.A. 11 A. N° de fabrication : 709.143. Suivant plans : 452.950 et 452.951.
28-1-1935	ldem.	13E/5733	l résistance de démarrage. Type R.H.A.O. II. N° de fabrication : 704.144. Suivant plan n° 452.690.
28-1-1935	Idem.	13E/5733	1 interrupteur de fin de course type F.R.B.A. 60. Suivant plan n° 418.385.
21-2-1935	Guillaume De Decker & C°, Successeur P. Hocq, 3, place Royale, Bruxelles.	13E/5747	1 frein électrique (monté sur le moteur agréé le 21-2-1935, CM nº 13E/5747). Suivant plan nº S.K.A. 3554.
21-2-1935	ldem.	13E/5747	1 démarreur-inverseur type A. 99 C.I. Suivant plan S.K.A. 3560.

III. - APPAREILS DIVERS (suite)

The state of the s	Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	Nº de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
The second secon	26-3-1935	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5754	l boîte à bornes à placer sur le tableau blindé Reyrolle, agréé le 9-12-1932 sous la CM n° 13E/5555. Suivant plan n° 52 A. 1535.
AND THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NOT THE OWNER.	18-7-1935	Ateliers Electriques Belges, 62, av. du Pont-de-Luttre, Forest-Bruxelles.	13E/5774	1 coffret pour appareil de mesure type M.G. 14. Suivant plans: 3880: ensemble. 3876 et 3881: schémas donnant les deux modes d'utilisation de l'appareil.
	9-8-1935	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5778	1 controller avec résistance n° 976.733/803.501. Suivant plans : 454.194, détails et planannexé sans numéro pour détail du bouton-poussoir.
	13-9-1935	Téléphones « Le Las », 131, rue de Vaugirard, Paris.	13E/5786	! commutateur antidéflagrant. Suivant plan D.N. 10.437 (plus spécia- lement utilisé pour l'éclairage électrique des locos Diesel).

20-9-1935	Guillaume De Decker & C°, Successeur P. Hocq, 3, place Royale, Bruxelles.	13E/5787	1 disjoncteur coupe-circuit N.D.O., noyé dansl 'huile, type A. II O.D.I. construit par la firme Switchgaer Ltd Kirkintilloch de Glascow, 400 ampères, 250 volts. Appareil n° Série P. 708. Suivant plans: a) 34 T. 427: ensemble demi-grandeur. b) plan annexe, sans numéro, du couvercle-support d'ampère-mètre. c) S.K.B. 7176: en grandeur, disposition du couvercle avec glace de l'ampère-mètre.
25 10-1935	Ateliers Electriques Belges, 62, avenue du Pont de Luttre, Forest.	13E/5809	1 disjoncteur type M.S.T.W. 100 ampères et 1 boîte à bornes type M.G. 12 b. Suivant plans: 3891: ensemble grandeur. 3939: schéma au 1/10e. 3940: schéma mais avec coffret pour appareil de mesure précédemment agréé.
26-11-1935	Société Anonyme Siemens, Dépt. : Siemens-Schukert, 116, ch. de Charleroi, Bruxelles.	13E/5823	L'intensité de service prévue pour le dis- joncteur type H. Sch. 900-III/25, agréé le 25-9-1931 CM n° 13E/5436 est portée de 25 à 40 ampères, par suite d'une meil- leure protection contre les surcharges ou les court-circuits par la combinaison de maxima thermiques et de maxima élec- tromagnétiques.

III. — APPAREILS DIVERS (suite)

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
26-11-1935	Société Siemens, Dép. Siemens/Schukert, 116, chauss. de Charleroi, Bruxelles.	13E/5823	L'intensité de service prévue pour le dis- joncteur type H. Sch. 900-III/60, agréé le 25-9-1931 CM nº 13E/5445 est portée de 60 à 100 ampères, par suite des mê- mes dispositions que ci-dessus.
23-12-1935	Ateliers Electriques Belges, 62, avenue du Pont de Luttre, Forest.	13E/5824	1 disjoncteur type M.S.T.W. 200 ampères avec boîte à câble type M.G. 12 b. Suivant plans: 3892: coupe en grandeur. 3942: schéma au 1/10e. 3941: schéma mais avec adjonction d'une enveloppe pour appareil de mesure précédemment agréée.

ECLAIRAGE ELECTRIQUE POUR LOCOS DIESEL

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	Nº de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
20-9-1935	S. Marchak, 15, rue du Lombard, Bruxelles.	13E/5788	1 installation d'éclairage électrique con- struite par la firme Friemann et Wolf de Zwickau, comprenant :
			a) 1-génératrice, alternateur monophasé 6 bobines en série et rotor comportant un aimant à 6 pôles, 35 watts de puis- sance sous 6 volts, vitesse de régime 7.400 tpm.
			Suivant plan Z nº 16.042.
			b) 1 interrupteur prévu pour une ten sion de 250 volts avec une intensité de 10 ampères.
		- 2	Suivant plan Z. 5931.
			c) 2 phares.
			Suivant plan Zch. 7605.
			San April

VI. — MATÉRIEL D'ÉCLAIRAGE SUJET OU NON A DÉPLACEMENTS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
3-6 1935	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5767	1 armature suivant plans: 27.051 avec socket Edison. 26.962 avec socket à bayonnette.
2-7-1935	Société Siemens, Dép. Siemens/Schukert, 116, chauss. de Charleroi, Bruxelles.	13E/5231	1 armature type L. 169 à atmosphère d'acide carbonique. Suivant plans: D. 432: détails grandeur. D. 433: schéma échelle 1/2.

TÉLÉPHONES ET SIGNALISATION

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	Node la décision ministérielle	OBSERVATIONS
23-12-1935	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5832	1 boîte de dérivation avec sectionneurs. Suivant plans: 27.274 S-I: 1/2 grandeur ensemble avec 56 sectionneurs. 26.142 Si: 1/5 ensemble avec 84 sectionneurs (autre disposition).

VIII. – VENTILATEURS A AIR COMPRIMÉ

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
21-2-1935	Société Lecq, 70, av. du 4 Septembre, Douai (Nord).	13B/5086	1 turbo-ventilateur à turbine périphérique à air comprimé, type CH 4. Suivant plan n° 111-219.
30-9·1935 2-10-1935	Société des Moteurs & François Réunis, Sclessin. H. Korfmann, Witten (Ruhr).	13B/5105 13B/5104	l aéro-ventilateur n° C/17.451, type V.T. 4 N. Suivant plan n° A.T. 110. l ventilateur à air comprimé type « ELTUR » (E.F.). N° de fabrication 5.092. Suivant plans : O.L. 145, schéma n° 39 I.N.M.

IX. — LOCOMOTIVES DIESEL

Date	CONSTRUCTEUR	Nº de la décision	OBSERVATIONS
d'autorisation	CONSTRUCTEDA	minist é rielle	OBSERVATIONS
25-3-1935	Orenstein & Koppel, 43, rue de Ligne, Bruxelles.	13G/6322	1 loco Diesel 10 HP, type R.L.I.a. à moteur vertical à un cylindre. Cycle Diesel 4 temps, alésage 110, course 170, nombre de tours 1100 pour 10 HP. N° du moteur : 16.654. N° de la loco : 5743. Suivant plans : 15.229 : schéma dispositifs de sécurité. 15.373 : détail empilage apiration. 15.371 : détail empilage échappement. 15.227 : détail du pot d'échappement. 15.549 : détail coupes diverses moteur.
21-6-1935	F. Berry, Constructeur, 92, rue Bonte-Pollet, Lille.	13G/6362	Modifications de détail se rapportant aux locos Diesel agréées les 24-1-1933, 20-9-1933 et 17-11-1933 sous les n°s 13E/5564, 13E/5631 et 13E/5646. Voir plans n°s 51.110, 16.561, 16.792, 16.492 et 50.554.
5-7-1935	S. Marchak, 15, rue du Lombard, Bruxelles.	13G/6367	Modification du nombre de tours de la loco, type M.L.H. 322, agréé le 24-5-34 sous le n° 13E/5680. 750 tours au lieu de 700. La puisance est portée de ce fait de 14 à 15,5 HP.

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	Nº de la décisson ministérielle	OBSERVATIONS
18-2-1935	S. A. d'Eclairage des Mines et d'Outillage Industriel, à Loncin (Liége).	13C/5214	Modification de la <i>tête</i> de la lampe 520, autorisée le 6-1-1923 CM n° 13C/2136. La lampe ainsi modifiée portera le numéro d'identification: 531. Voir plan n° 1.771 C.
18-2-1935	Société Belge d'Applications Electriques, La Bouverie.	13C/5215	1 lampe du type « LEMAIRE 35 » (analogue au type n° 27 autorisé le 3-6-1926 sous le n° 13C/4969 et en partie aux types 22, 27, 30 et 33. Suivant plan n° M. 8.
4-6-1935	ldem.		1 tête de lampe-phare, type 35 A. avec réflecteur (analogue à celle décrite dans la CM n° 13C/5187 du 19-12-1933, mais avec légères modifications). Cette tête doit s'adapter sur le pot de la lampe alcaline « LEMAIRE-NIFE 35 » agréée le 7-12-1931 CM n° 13C/5145. Voir plan n° P. 72.

X. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

XII. — GRISOUMÈTRES

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
4-5-1935	WJ. Bews, 24, rue Arenberg, Anvers. Représentant en Belgique de : Naylor Ltd, Wigan (GB.).	13B/5090 et 13B/5091 du 10 9-1935	1 grisoumètre à combustion dénommé « MAC LUCKIE ». Suivant croquis dressé par l'Institut et daté du 11-4-1935.

XIII. CABLES

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
12-3-1935	Société Siemens, Dép. Siemens/Schukert, 116, chauss. de Charleroi, Bruxelles.	13C/5218	Les câbles types N.S.S.H. et N.S.H. peuvent être utilisés indifféremment pour l'éclairage des tailles, pourvu qu'ils satisfassent aux conditions du C. E. B. rapport n° 10, 4° édition, sept. 1930, des câbles C.T.F.B.
			Câble N.S.H. : 33 1/3 % para. Câble N.S.S.H. : 60 % para.
13-9-1935	ldem.	13C/5791	Utilisation d'emploi des câbles souples N.S.S.H. pour l'alimentation des pompes immersibles, à condition que ce câble satisfasse aux prescriptions énumérées au rapport n° 10, 4° édition, sept. 1930, du C.E.B. pour les câbles C.T.F.B. avec cette modification que la composition de la gaîne extérieure protectrice contienne au moins 60 % de gomme pure.

XIV. — EXPLOSEURS

d'autorisation CONSTRUCTEUR ministérielle	OBSERVATIONS
Représenté par : S. A. des Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale, Bruxelles. 1 ampère pour Appareil nº 75 Suivant plans 4561/I, 4561/ 1 ampère pour Appareil nº 75 Suivant plans 4562/I, 4562/ 1 exploseur A pères, 90 ohn 160 ohms. Appareil nº 75 Suivant plans	2.850. : II et 4561/III. B.D.K.G.S. 25, 180 volts, r 180 ohms. 72.367. : /II et 4562/III. B.F.V.S., 180 volts, 2 amms; 240 volts, 1,5 ampère, 72.759.

XIV. — EXPLOSEURS (suite)	No de la décision OBSERVATIONS ministérielle	13D/5345 I exploseur type Z.E.B./3 K. à magnéto 18 volts, 1,5 ampère, 3 mines connectée à ligne de 10 ohms. Suivant plan n° 37 (I.N.M.). I exploseur type Z.E.B./A. 10 à dyname à excitation shunt, 10 mines, résistance max. circuit : 60 ohms. Suivant plan n° 38 (I.N.M.). I exploseur type Z.E.B./A. 20, 20 détos résistance max. 100 ohms, identique au précédent, mais plus puissant. Suivant plan n° 38 (I.N.M.). I exploseur type Z.E.B./A. 50 à crémaillère, dynamo à excitation compound pour 50 mines, résistance max. du circuit : 240 ohms. Suivant plan n° 36 (I.N.M.).
	Date CONSTRUCTEUR No d	28-8-1935 Zünderwerke Ernst Brün, AG., Krefeld-Linn (All.).

IV. — LA QUESTION DES POUSSIERES CHARBONNEUSES EN CAMPINE

Les recherches que nous avons effectuées sont avant tout d'ordre pratique; elles ont pour but d'étudier les caractéristiques des principales couches du bassin du Limbourg et les meilleures matières neutralisantes (schistification des galeries).

Le problème des poussières ne s'est pas simplifié par la multiplication des études qui lui ont été consacrées et qui ont visé à dégager des lois générales qui n'existent probablement pas à cause de la multiplicité des caractères des houilles.

Notre but est plus modeste : il vise à éclairer les exploitants sur le plus ou moins de danger de leurs couches et la manière d'y parer.

Nous avons utilisé l'inflammateur du Safety in Mines Research Board (voir paper n° 87 du S.M.R.B.) dont le schéma est reproduit à la figure 9.

Description de l'appareil.

L'appareil comprend essentiellement un petit four électrique porté à une température donnée à travers lequel on chasse un poids d'un gramme de la poussière à étudier à l'aide d'une quantité jaugée d'oxygène emmagasinée sous une pression soigneusement déterminée. On note s'il y a ou non inflammation à la traversée du four.

On distingue donc:

1° un four électrique horizontal tubulaire qui comporte un tube en silice transparente (A). Sur ce tube à inflammation, de part et d'autre du centre, le fil chauffant est enroulé sur une longueur de 25,4 m/m.

Ce fil est maintenu en place à l'aide d'un ciment spécial et le tout est calorifugé par de la guhr.

L'extrémité gauche du tube en silice est fermée par un tamis (voir détail en I) tandis que l'extrémité droite est libre;

2° un tube à poussière (T) en verre, qui s'emboîte dans le tube en silice contre le tamis;

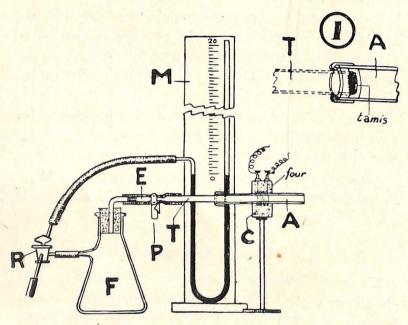


Fig. 9. — Inflammateur S.M.R.B.

3° un raccord en caoutchouc (E) que l'on peut fermer par une pince P. Ce raccord est en communication d'une part avec le tube à poussière et d'autre part avec le flacon F qui sert de réservoir d'oxygène;

4° le flacon F est en communication à l'aide d'un robinet à 3 voies R d'une part avec une bonbonne à oxygène et d'autre part avec le manomètre à mercure M;

5° sous le tube en silice, se trouve le couple en platine-platine rhodié qui sert à prendre la température du four.

Mode opératoire.

Pour essayer un charbon à l'inflammateur, nous procédons de la façon suivante :

Un gramme de poussière à examiner, préalablement séchée et tamisée au travers du tamis de 1568 mailles au cm² est introduit dans le tube à poussière, la pince P étant fermée.

Nous tassons cette poussière contre la pince, puis nous emboîtons le tube à poussière dans le tube à inflammateur (1).

Nous introduisons dans le flacon de l'oxygène sous pression, de telle manière que le manomètre indique 18 pouces.

A cet instant, à l'aide du robinet à trois voies R, nous mettons la communication entre le flacon F et le manomètre pour nous assurer que la pression est bien de 18 pouces.

A ce moment, la température du four ayant été reconnue adéquate — 700° environ — par un essai à l'aide de poussière Standard, nous ouvrons brusquement la pince et le charbon est projeté au travers du tube chauffé.

Nous observons si l'échantillon s'enflamme ou non au passage de la poussière dans le four.

Le critérium d'inflammabilité est la projection d'une flamme hors du tube d'inflammation dans l'air libre.

⁽¹⁾ En 1936, pour suivre les suggestions de nos amis anglais, nous adopterons une forme légèrement différente pour le tube à poussière.

Près de la limite de non-inflammation, nous pouvons avoir production d'étincelles dans le tube.

Nous admettons qu'une poussière n'enflamme pas si cinq essais consécutifs ne produisent ni flammes ni étincelles.

L'étalonnage de l'appareil consiste à rechercher la température qu'il faut adopter pour que la poussière Standard qui a été reconnue non-inflammable dans la galerie de quatre pieds de Buxton soit également à la limite de non-inflammation à notre appareil.

La poussière Standard que nous utilisons est, en effet, un mélange de 80 % de poussière de charbon anglais à 17 % de M. V. et de 20 % de terre à foulon.

Cette poussière traverse complètement le tamis de 1600 mailles au cm² et 50 % traverse le tamis de 6400 mailles au cm².

Nous avons, par des essais en galerie — tirs de 200 gr. de blasting-gélatine en présence de quelques kilogs de poussières — vérifié une concordance approximative des limites obtenues à l'inflammateur.

Nous ne donnerons pas les multiples essais effectués (1300 environ) mais nous nous bornerons à extraire la conclusion.

En Campine, on ne fait usage que de deux genres de matériaux pour la schistification :

1º Les cendres de carneaux.

Voici l'analyse chimique de quelques-unes d'entre elles; nous indiquons à côté le résultat du tamisage.

D'une façon générale, nous appelons « matières volatiles » la perte en poids par chauffage à 1050°, pendant deux minutes.

Désignation des cendres de carneaux	Analyse		(tamis in	position au idiqués par mailles au	le nombre	
	Eau º/o	Cendres °/o	M. V. º/o		<1568 et > 5100	<5100
C. L. M	1,10	92,86	5,95	100 %	17 %	83 %
C.L.M. calcinées	-	100,00	-	100 %	17 %	83 %
C. W	0,50	80,30	5,98	100 %	15 %	85 %
C. H. Z	0,66	97,14	4,65	100 %	26 %	74 %
C. L. L	0,16	92,40	3,57	100 %	25,2 %	74,8 %

Lorsqu'on examine à la loupe ces cendres d'aspect général gris, on observe de petits grains noirs de coke.

La calcination s'opère par chauffage progressif jusqu'à la température de 900 à 1.000° où les cendres de carneaux brutes restent durant quatre heures.

Les cendres calcinées n'ont plus de grains noirs visibles.

2º Les schistes broyés.

Voici, à titre d'exemple, les résultats d'analyse obtenus sur ces matériaux.

Désignation des schistes		Analyse			Décomposit	ion
des schistes	Eau º/o	Cendres º/o	M. V.	<1568	<1568 et > 5100	<5100
S. W. I	0,70	92,76	11,27	100 %	27 %	73 %
S.W.I. calcinées		100,00	_	100 %	24 %	76 %
S. W. II	0,80	88,08	9,20	100 %	15 %	85 %
S. W. III	0,74	91,83	8,64	100 %	14 %	86 %
S. B	0,55	92,34	8,22	100 %	16,2 %	83,8 %
S. L. L	0,52	91,54	8,31	0,7 %	16,8 %	82,5 %

D'autre part, les charbons campinois se rangent, au point de vue matières volatiles, entre les teneurs de 20 et 35 %.

Voici quelques compositions étudiées :

Désignation du charbon				Analyse			Décomposit	ion	
	du charbe)11		Eau º/o	Cendres º/o	M.V.	<1568	<1568 et > 5100	<5100
N°	7 L. N	Ι.		0,52	4,82	20,62	100 %	21,0 %	79,0 %
Nº	39 L. I	۵.		0,70	1,04	28,72	100 %	11,2 %	88,8 %
Nº	20 H. Z	Z	-	1,40	6,12	30,53	100 %	15,0 %	85,0 %
Nº	31 L. M	Í		1,30	9,22	32,67	100 %	13,2 %	86,8 %
S.	N. B			2,58	4,88	33,50	100 %	28,4 %	71,6 %

Nous avons procédé à l'étude de quelques couches (voir tableau ci-dessus) en déterminant à l'inflammateur, par paliers successifs de 5 %, quelle est, pour diverses matières de neutralisation, la teneur ne transmettant plus (cinq essais consécutifs) une inflammation.

Le charbon est broyé de façon que la totalité de la poussière traverse le tamis de 1568 mailles par cm², car nous considérons que c'est la partie susceptible d'être soulevée.

La matière neutralisante à essayer est broyée de telle manière qu'elle traverse complètement le tamis de 1568 mailles au cm² et que 80 % traversent le tamis de 5100 mailles.

Les tableaux suivants résument d'une façon très condensée les résultats obtenus avec les matériaux précédemment définis :

a) sur la couche nº 7 L. M. à 20,62 % de M. V.

	Mélange de	neutralisation en poids	
Matériaux utilisés pour	Charbon	Matiêres neutralisantes	
Cendres de carneaux	C. L. M	. 20	80
Centres de carneada	C. L. M. calcinées		60
	C. W		85
	C. H. Z	30	70
	C. H. Z. calcinées.	35	65
Schistes broyés	W. I	50	50
Semiler Stey Co	W. I. calcinés : .	50	50
	W. II	45	55

b) sur la couche nº 31 L. M. à 32,67 % de M. V.

	Mélange de neutralisation en º/o en poids				
Matériaux utilisés pour la neutralisation	Charbon	Matières neutralisantes			
Cendres de carneaux C. L. M	15	85			
Schistes broyés W. III	45	55			
Craie phosphatée de St-Symphorien	25	75			
Sable éolien de Campine	10 à 15	90 à 85			
Newstir — poudre dolomitique recomman par une firme anglaise pour la schist cation	40	60			

On voit tout de suite l'infériorité frappante des cendres de carneaux par rapport aux schistes broyés. Cependant, cette infériorité ne s'imposait pas à première vue : les deux matières ont une perte en poids, par chauffage à 1050°, du même ordre (5 à 10 %).

Mais dans le schiste, cette perte représente probablement de l'eau de formation (matière refroidissante) tandis que, dans les cendres de carneaux, elle est formée de petits grains de coke, des incuits, qui participent sans doute d'autant plus aisément à une inflammation qu'ils sont à même de fixer par adsorption de l'oxygène de l'air.

Lorsque l'on calcine des cendres de carneaux — opération trop coûteuse pour que l'on puisse, croyons-nous, l'envisager — cette matière améliore beaucoup son pouvoir neutralisant.

Le sable éolien, abondant en Campine, ne peut être considéré comme un neutralisant efficace puisqu'il doit être utilisé à la dose de 7 à 8 fois le poids de charbon.

Aussi, de plus en plus, les charbonnages de Campine s'orientent-ils vers les schistes broyés pour obtenir la neutralisation.

Le taux forfaitaire de schistification de 50 % fixé par certaines réglementations — le règlement de police de Dortmund par exemple — n'est pas suffisant avec des poussières de charbon à 32 % de matières volatiles.

Nous avons eu l'occasion, par les prélèvements de gisements réels dans le fond, de vérifier qu'il est possible de réaliser une schistification complète et efficace.

Voici notamment des résultats obtenus dans une voie d'exploitation où se fait un transport intense de charbon (1300 tonnes par 24 heures, par courroie — charbon à 33 % de M. V.).

Echantillon prélevé uniquement sur les boisages en plusieurs endroits, sur une longueur de 10 m., de façon à obtenir un échantillon moyen.

I. — Composition en finesse et analyse.

Décompo Refus sur tamis designés par le nombre de mail- les au cm ²	Poids	Eau en o/o	Analys Cendres en º/o	M.V, en °/°	Observations
25 117 262 829 1568 2540 5100 6400	6,39 ⁻ 1,42 11,91 16,18 6,43 5,39 3,34 1,94		74.94	11.18	Les cendres et M. V. sont dosées sur la matière séchée. Les M. V. sont dosées au simple creuset en porcelaine couvert, 2' après extinction de la flamme à 1050°.
2540 5100	5,39 3,34 1,94	0,5	74,94	11,18	couvert, 2' après ex tinction de la flamm

II. — Essais à l'inflammateur.

a) sur la partie la plus fine de l'échantillon, c'està-dire tout ce qui passe le tamis de 6400 mailles. Cette portion est la plus dangereuse.

Essais 1070 à 1074 : cinq non-inflammations.

b) sur la partie comprenant tout ce qui passe à travers le 1568 mailles.

Essais 1075 à 1079 : cinq non-inflammations.

Conclusion: Même réduite à la partie la plus ténue, cette poussière est impropre à la propagation d'une flamme.

D'autre part, ces essais ont parfois montré que si l'ensemble d'un dépôt poussiéreux de galerie paraît impropre à transmettre une explosion, la partie la plus fine de ce dépôt est plus dangereuse parce que la teneur en charbon croît dans les éléments fins, par suite de la plus grande friabilité du charbon.

Nous en donnons ci-dessous un exemple.

59

Poussières recueillies sur les parois d'une galerie de retour d'air schistifiée.

Le prélèvement s'est fait sur une longueur de 10 m. et des échantillons ont été pris tous les 20 centimètres. Couche à 20,6 % de M. V.

I. — Décomposition en finesse et analyse.

Cendres M.V. en º/o
The state of
nd. nd.
nu.
78,78 11,06

II. — Essais à l'aide de l'inflammateur.

a) sur la partie traversant le tamis 1568.

Des cinq essais portant les numéros 1119 à 1123, que nous avons faits, un seul a donné lieu à des étincelles. Nous pouvons donc conclure que ces poussières sont très près de la limite de non-propagation.

b) sur la partie traversant le tamis de 6400 qui est la plus dangereuse.

Ces poussières ont donné lieu à inflammation et nous avons été amenés à devoir ajouter 30 parties en poids de cendres de carneaux à 70 de cette poussière charbonneuse, pour qu'elle ne donne plus aucune inflammation.

A l'analyse, cette poussière a donné:

Eau .	1				0,64
Cendres					69,02
M V.		•	٠	•	13.20

Remarquer que la teneur en cendres est notablement moindre que sur la fraction a.

Au point de vue de la dispersibilité de la poussière, nous n'avons pas encore fait d'essais méthodiques, mais les schistes broyés, par l'examen fait dans le fond, semblent donner toute satisfaction sous ce rapport.

Il y a naturellement intérêt à broyer ces schistes de manière que la plus grande partie traverse le tamis de 6400 mailles, d'autant plus que la densité est supérieure à celle du charbon.

V. — DIVERS

Ravitaillement de la station en grisou.

Notre source de grisou (anciens travaux isolés par serrement à l'étage de 450 mètres du siège n° 3 Grand-Trait à Frameries) alimente toujours à suffisance nos gazomètres de Frameries et Pâturages.

Cependant, nous recherchons une méthode de fabrication pour le cas où le grisou naturel viendrait à nous manquer.

Obtention du grisou par purification de gaz de fours à coke.

Il y a trois ans déjà, M. Nenquin avait fait sur le gaz de fours à coke une épuration consistant à éliminer le CO et l'hydrogène par combustion catalytique sur l'oxyde de cuivre.

L'oxyde de cuivre était incorporé à un support et la température de réaction était relativement basse (250°).

M. Nenquin était arrivé à enlever tout le CO et l'H₂du gaz de fours à coke, mais l'appareil était d'un rendement limité.

A une certaine phase de la fabrication, une partie du méthane se trouve aux Usines de la Société Carbochimique à Tertre, à l'état liquide, mélangé à l'oxyde de carbone.

Nous avons cru à un moment donné, qu'il nous suffirait de recueillir ce liquide et de laisser évaporer en partie le contenu du récipient.

Vu la différence des points d'ébullition du CH⁴ et du CO, on arriverait peut-être à obtenir du CH⁴ pur, à condition de consentir une certaine perte de rendement.

Mais les essais ont montré que cet espoir n'était pas justifié et que même en poussant très loin l'évaporation, on ne parvenait pas à éliminer complètement le CO.

On en est revenu à la première idée d'éliminer le CO et l'H² du gaz prélevé à une autre phase de la fabrication, mais en utilisant un autre catalyseur que le cuivre.

Le service des recherches de la Carbochimique nous a prêté gracieusement sa collaboration et a mis au point un procédé de laboratoire qu'il nous suffira de reprendre à plus grande échelle le jour où la question se présenterait avec plus d'actualité (1).

Le catalyseur est ici un mélange de bioxyde de manganèse et d'hydroxyde de cuivre.

Ce catalyseur est maintenu à des températures comprises entre 140 et 160°. Le gaz qui a passé sur ce catalyseur est exempt de CO et de H².

Il résulte des essais faits à Tertre, que 10 litres de

catalyseur seraient susceptibles de conduire en 5 heures à l'obtention de 170 m³ de méthane pur.

A partir de ce moment, le catalyseur devrait être, régénéré.

Obtention du grisou par fermentation.

On sait que la galerie de Derne est alimentée par du grisou obtenu par fermentation des eaux résiduaires de la ville d'Essen. Dans un appareil de laboratoire assez simple, MM. Van Oudenhove et Nenquin ont étudié la fermentation de boues d'égout et sont arrivés à des résultats assez encourageants : ils ont obtenu plusieurs litres d'un gaz renfermant 82 % de CH₄, 1,5 % d'azote, le reste étant de l'acide carbonique, facile à éliminer par la potasse.

Une note de MM. Van Oudenhove et Nenquin à ce sujet forme l'annexe II du présent rapport.

Examen d'un appareil respiratoire « Oxymasque nº 2 ».

Cet appareil a été soumis en vue de son emploi dans les mines. Il est remarquable par sa simplicité, sa légèreté, sa mise en place rapide et facile : c'est une simple cagoule qui s'enfile sur la tête au-dessus des vêtements, la partie inférieure de la cagoule formant un joint en caoutchouc mousse. Une petite bonbonne d'oxygène (capacité 1/2 litre, poids 2 kg) et une cartouche régénératrice (poids 1 kg) se fixent sur la poitrine.

D'emblée, il apparut que l'appareil ne pourrait prétendre à satisfaire à l'article 3 de l'A. R. du 23 juin 1908, qui exige pour les appareils de sauvetage une utilisation minimum d'une heure et demie en effectuant divers travaux.

Mais nous avions retenu l'appareil, en raison de sa

⁽¹⁾ C'est le moment de remercier ici la Direction des Usines de Tertre qui nous prête toujours le concours le plus dévoué.

63

A 15 mètres de la tête, il tombe asphyxié et, ramené à l'air frais, ne peut être rappelé à la vie.

L'ingénieur qui le suivait de quelques mètres, porteur d'une lampe à flamme, s'était senti défaillir et avait réussi à remonter au niveau de l'air pur!

Quatre heures après l'accident, des sauveteurs prélevèrent de l'air respectivement à 18 mètres (1) et à 22 mètres (2) de la tête de la vallée. L'analyse — partielle, parce que l'on ne recherchait que les toxiques — donna :

(1) CO_2 : 8,79 % — CO néant

(2) CO₂: 10,28 % — CO néant

Etant donné la brutalité de l'accident, alors qu'il y avait absence totale d'oxyde de carbone, on prélève le lendemain de l'accident, avec les précautions voulues, trois échantillons de l'atmosphère de la vallée: ils donnent à l'analyse complète les résultats suivants:

10		H		à 10 m	à 15 m,	à 25 m. de la tête
CO.	1			0,71	8,28	9,65
O_2			- /41	19,2	2,45	0,47
$\tilde{N_2}$.	. /			80,07	89,27	89,88

La séparation entre l'air normal et l'air désoxydé est brutale. A 10 mètres, la lampe à huile brûle encore, mais à 11 mètres, à 50 centimètres du sol, elle s'éteint en 5 ou 6 secondes.

On ne s'attendait pas à trouver un air aussi complètement désoxydé.

Un accident analogue survient quelques semaines plus tard dans un charbonnage du pays de Liége, également dans une galerie non aérée accédant à une tenue d'eau.

simplicité, en vue de visites de reconnaissance, sans travail, après un accident ou de visites d'inspection dans certains cas.

Les expériences que nous avons effectuées nous ont montré qu'il était impossible de recommander l'oxymasque n° 2 pour n'importe quel usage dans la mine. En voici les raisons :

l° La cartouche d'alcali, trop faiblement proportionnée, s'échauffe très rapidement, se colmate, d'où annulation de la régénération. Aussi, la cartouche limite l'emploi avant l'épuisement de l'oxygène.

2º Le réglage de l'appareil est grossier, l'arrivée de l'oxygène se fait par un orifice très petit qui devient le seul élément de réglage, malgré le volant qui devrait commander ce réglage.

3° La cagoule n'est pas étanche, des vides se forment aux salières des épaules lorsque l'on penche le buste, elle ne reste pas en pression, — d'où rentrée d'air toxique — lorsque la pression d'oxygène diminue ou lors d'une forte inspiration.

4° La température à l'intérieur de la cagoule atteint 45°, d'où formation de buées et diminution de la visibilité. Enfin, la cagoule en tissu n'a pas la solidité voulue pour la circulation dans les mines.

Accidents par asphyxie.

Ces dernières années ont enregistré, à l'étranger et chez nous, des accidents bizarres dus à l'asphyxie par l'azote ou par de l'air complètement désoxydé.

Le 13 novembre 1935, dans un charbonnage de Mons, un Ingénieur divisionnaire veut descendre dans une descenderie non aérée, donnant accès à d'anciens travaux servant momentanément de tenue d'eau.

On savait d'ailleurs que l'atmosphère était irrespirable et les ouvriers étaient porteurs d'appareils respiratoires.

L'un d'eux ayant ouvert son appareil, tomba asphyxié. L'analyse de deux échantillons d'air prélevés dans la galerie a donné les résultats suivants :

			1		ler prélèvement	2me prélèvement
CO,		1		1	5,71	6,27
)2					13,43	14,20
H_4					$0,62 \\ 80,24 $ {	79,53
Ô		44			néant	néant

Une inflammation de grisou par des vapeurs d'huile.

Un accident survenu en juin 1935, dans un charbonnage du pays de Liége, mérite une mention spéciale en raison des circonstances particulières dans lesquelles il s'est produit et des expériences dont il a fait l'objet à l'Institut.

Circonstances de l'accident: un moteur à air comprimé s'étant arrêté faute de graissage, un ouvrier, ne disposant que d'huile fluide utilisée pour le graissage des marteaux-pics, en avait versé dans le carter du dispositif de transmission (vis sans fin et roue hélicoïdale) et avait remis le moteur en marche. Celui-ci s'étant de nouveau arrêté et l'huile cylindrine adéquate étant arrivée à pied d'œuvre, on voulut verser l'huile dans le carter: une flamme jaillit et mit le feu à du grisou accumulé dans une cloche à l'aplomb du moteur.

Nous avons, par de très longs essais, montré que la seule explication plausible de l'accident est la suivante : l'absence d'huile avait porté la vis de transmission à une température supérieure à 500° (bleuissement marqué); lorsque l'ouvrier mit de l'huile fluide (point éclair 178°,

température d'inflammation au contact d'une flamme 210°) dans le carter, cette huile se volatilisa au contact de l'acier chaud; lorsque l'on voulut ensuite verser la cylindrine, celle-ci expulsa en les brassant avec l'oxygène de l'air, les vapeurs d'huile légère qui s'enflammèrent à l'air. Nous avons reproduit plusieurs fois le phénomène dans nos essais en utilisant un four électrique réglable.

La cylindrine dont l'inflammabilité est moindre (point éclair 291°; température d'inflammation au contact d'une flamme 332°) n'a probablement joué qu'un rôle d'expulsion et de brassage, car nous n'avons jamais pu obtenir une inflammation dans ces conditions avec cette huile: lorsque le brassage avec l'air est suffisant, la température est tombée au point de ne pouvoir provoquer une inflammation.

— Comme la 4° livraison 1935 des Annales des Mines de Belgique a donné (pp. 1161 et suivantes, note de M. Paques) le détail des essais résumés ci-dessus, nous y renverrons le lecteur.

Retenons de cet accident exceptionnel qu'on ne saurait donner d'instructions trop précises au personnel chargé de l'entretien des moteurs et transmissions.

VI. — LE MODE DE GISEMENT DU GRISOU DANS NOS COUCHES. — LES RECHERCHES PATRONNEES PAR LE F. N. R. S.

1. Mode de gisement du grisou dans nos couches.

Les expériences de M. Coppens sur le pouvoir adsorbant sous pression de nos diverses houilles pour le grisou, ont continué la plus grande partie de l'année.

Elles sont arrivées fin septembre à cette conclusion

que j'avais déjà notée dans le rapport 1934, mais qui est devenue bien nette et bien précise : c'est que la quantité maximum de grisou fixée par nos houilles est de l'ordre de 20 à 30 mètres cubes à la tonne, suivant la qualité des charbons.

Ce maximum semble se produire dès qu'on a dépassé cent atmosphères. C'est intentionnellement que j'emploie le mot « fixée » car des discussions ont surgi sur le point de savoir s'il y a adsorption pure, c'est-à-dire condensation du grisou à la surface des particules colloïdales de la houille ou dissolution proprement dite. M. Coppens, pour diverses raisons qu'il a développées, est partisan de la condensation. Pour le mineur, la discussion est plutôt académique. Le fait est là, c'est qu'en soumettant une houille, préalablement totalement vidée de son gaz, à des pressions croissantes d'une atmosphère de méthane pur, on ne peut lui faire fixer plus de 20 à 30 m³ de gaz à la tonne.

Or, la très longue enquête menée précédemment, nous a montré que nombre de chantiers débitent plus de 100 m³ de grisou à la tonne. En tenant compte de ce qu'une partie du gaz, disons la moitié, trouve issue par les cassures du toit et des parois à l'arrière des fronts, il reste une quantité nettement supérieure à celle que peut retenir le charbon : il faut donc admettre que le grisou circule dans ces couches à une vitesse notable, renouvelant constamment le gaz voisin du front.

Il se produit un drainage continuel, la zône d'où vient le gaz pouvant être très étendue. La mobilité extrême des masses grisouteuses dont nous avons relevé plusieurs exemples illustre encore d'une autre façon cet écoulement continu du gaz; cet écoulement explique encore pourquoi les teneurs en grisou du retour d'air ne s'annulent pas après l'abatage.

Tout ceci ouvre de nouvelles recherches; nous en établissons le programme et nous commençons notamment une comparaison entre divers charbons au sujet de l'écoulement des grisous : nous déterminons les quantités de grisou qui traversent en un temps donné, sous une pression déterminée, une éprouvette de houille d'épaisseur choisie, travaillée soigneusement à la lime, de façon à ne créer aucune fissure et à laisser la houille dans son état naturel. Les éprouvettes sont taillées de manière à examiner la circulation du gaz suivant la stratification et suivant la normale à la stratification.

Nous avons encore à notre programme de reprendre les essais faits il y a nombre d'années déjà par MM. Shorn, Macquet et Watteyne pour déterminer la tension gazeuse dans un massif de charbon atteint par sondage.

D'autre part, la question des dégagements instantanés est probablement intimement liée à cette question de perméabilité des couches, et il n'est pas absurde de supposer que les dégagements instantanés sont dus, en ordre principal, à l'existence de zones d'une imperméabilité totale, que ces zones résultent d'accidents, étreintes, failles, dont le rôle a été mis tant de fois en lumière par les dégagements ou qu'elles résultent de caractères localisés dans la texture de certaines couches.

Nous avons entrepris, avec M. Fripiat, une étude sur les dégagements instantanés survenus en Belgique, de 1926 à 1935, que nous espérons faire sortir en 1936, avec le résultat des diverses expériences entreprises.

Il se pourrait cependant que le cycle de nos essais nous entraîne plus loin que nos prévisions et nous empêche de parvenir aux conclusions en 1936.

2. Recherches patronnées par le Fonds National de la Recherche Scientifique.

L'annexe III du présent rapport contient une note de M. Coppens, donnant tous détails sur le développement de ces études pendant l'exercice 1935 (1).

La partie principale de l'année a été consacrée à l'étude de la fixation du grisou par nos houilles sous haute pression. Cette fixation présente les plus grandes analogies avec l'adsorption, telle que la manifestent les charbons actifs et les gels de silice desséchés. Nous continuerons donc à nous servir du terme « pôuvoir adsorbant » à haute pression.

Nous avons déjà dit plus haut les raisons pour lesquelles le mineur peut considérer comme académique la discussion qui a surgi au sujet de la nature du gisement du grisou : y a-t-il dissolution ou adsorption?

M. Coppens établit les raisons diverses qui militent en faveur de l'adsorption; après avoir exposé les résultats de ses expériences, après avoir établi et corrigé les courbes isothermes, il s'attache plus particulièrement à comparer la fixation de divers gaz par le charbon (un anthracite) et par du charbon actif.

En deux mots, rappelons deux arguments principaux militant en faveur de l'adsorption : tandis que les isothermes de dissolution sont linéaires, les isothermes de la fixation du grisou s'infléchissent rapidement en forme de parabole indiquant une saturation rapide (au-dessus de 100 atmosphères); d'autre part, s'il s'agissait d'une dissolution, elle devrait se manifester plus spécialement dans les charbons gras, le grisou se dissolvant dans les carbures ses congénères (expression empruntée

à Grand Eury, 1882). Or, ce sont au contraire les charbons anthraciteux qui fixent les plus grandes quantités de grisou.

Les études à haute pression sont très délicates et très longues. Aussi a-t-il fallu interrompre en 1935 les recherches sur la thermolyse mitigée des houilles, pour se consacrer entièrement à la fixation du grisou aux hautes pressions.

M. Coppens poursuit à présent le programme suivant :

1° pousser les essais sur le pouvoir adsorbant sous haute pression jusqu'au chiffre de 400 atmosphères. Comparer la fixation de divers gaz par une houille et par un charbon actif (adsorbant type).

2° poursuivre l'étude de la thermolyse des houilles. M. Coppens espère en déduire des enseignements sur la genèse des grisous, sur la classification raisonnée des charbons et de leurs poussières.

VII. — PROPAGANDE DE LA SECURITE

Visites éducatives. — Nous avons encore consacré, en 1935, toute une série de journées à la propagande de la sécurité. Signalons parmi nos visiteurs :

M. Miller, professeur, et 19 élèves du cours de chimie de l'Université de Bruxelles.

MM. Joly et Jouven, professeurs et 19 élèves-ingénieurs de l'Institut de géologie de l'Université de Nancy (2 visites).

M. Gesché, président du Comité de contrôle, M. Demeure, professeur et 19 élèves-ingénieurs des Mines de l'Université de Louvain.

31 élèves-ingénieurs de l'Université de Liége accompagnés de MM. les professeurs Denoël et Guérin.

⁽¹⁾ Nous renouvelons ici l'expression de notre gratitude au F.N.R.S. pour son patronage.

5 élèves-ingénieurs de l'Université de Bruxelles et M. Dupret, professeur; 12 élèves de l'Ecole des Mines de Mons avec MM. les professeurs Brison et Blondiau.

20 élèves-ingénieurs de l'Institut Meurice — chimie; M. Lejeune, sous-directeur; M. Demanet, professeur.

Mlle Schoenfeld, déléguée du Bureau international du Travail.

M. Dufranne, professeur et 5 élèves du cours d'exploitation des mines de l'Ecole industrielle d'Anderlues.

40 élèves des cours provinciaux d'exploitation des mines avec MM. les professeurs Veuchet, Hoppe et Racheneur.

23 élèves du Doctorat en chimie et Ingénieurs chimistes de l'Université de Liége avec MM. les professeurs Dor et Rassenfosse et 4 assistants.

MM. les membres du Groupement général des explosifs.

30 sauveteurs de la Centrale de sauvetage de Montegnée, saus la conduite de M. le docteur Stassen.

Elèves-ingénieurs de l'Ecole des Mines de Paris (3 visites).

53 membres du personnel de direction de la centrale de sauvetage et sauveteurs des Mines de l'Etat à Heerlen (Hollande), sous la conduite de M. Van Wyck, Ingénieur en chef, M. Vossenaer, chef du service médical, M. Duifjes, chef du service de sécurité.

MM. Rozynski et Zebrowski, Ingénieurs des mines de l'Etat polonais et professeurs à l'Ecole des mineurs de Katowice, accompagnés de MM. Litwinski, conseillers de Légation.

MM. Kissel, Ingénieur en chef aux Mines de potasse d'Alsace et Verdière, Ingénieur principal.

MM. Ernst Mosch et Gärtner, Ingénieurs-professeurs tchécoslovaques.

* * *

D'autre part, nous avons diffusé autant que possible les travaux de l'Institut: 360 exemplaires du Rapport imprimé sur les travaux de 1934 ont été distribués; le rapport présenté au Congrès des Accidents du Travail de Bruxelles 1935 sur les Gaz émis par les couches de Houille a été expédié à tous les charbonnages et aux membres de l'Administration des Mines; au cours des visites éducatives, ont été distribuées 223 brochures sur la détection du grisou (131 françaises, 92 flamandes), 138 brochures « Un mot aux boutefeux » (78 françaises, 60 flamandes).

De plus, 558 brochures diverses ont été vendues aux prix réduits adoptés pour faire face à des demandes de charbonnages.

Enfin, un travail spécial, traduction commentée d'une étude du Dr Drekopf sur les nouveautés du tir électrique, a été distribué aux fabricants d'explosifs à qui elle était d'une utilité spéciale.

VIII. — COLLABORATION AVEC LES STATIONS ETRANGERES

Nos rapports avec les organismes similaires étrangers ont continué sur les bases existantes : échange de rapports trimestriels avec le Bureau of Mines (Etats-Unis), le Safety in Mines Research Board (Grande-Bretagne), la Station d'Essais de Montluçon (France).

D'autres stations échangent leurs publications. Ces échanges sont extrêmement utiles. En septembre 1935, nous avons participé à la troisième réunion internationale des Directeurs des Stations d'essai à Dortmund. Cette réunion qui groupait les délégués des Stations allemande, anglaise, américaine, belge, espagnole, française, polonaise, tchécoslovaque, a donné lieu à des fructueux échanges de vue sur les questions les plus diverses. Elle a permis des contacts entre les divers expérimentateurs, contacts utiles à la cause de la sécurité.

INSTITUT NATIONAL DES MINES
FRAMERIES-PATURAGES

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1935

ANNEXE I

Etudes connexes au tir simultané:
Les détonateurs à retards.
Quelques exploseurs antigrisouteux
nouveaux.

Etudes de quelques pertes dans le circuit de tir.

PAR

AD. BREYRE et J. FRIPIAT

AVANT-PROPOS

Nous avons poursuivi, en 1935, les études connexes au tir simultané. Rappelons l'enchaînement de ces études : après avoir vérifié d'abord, par des essais en notre galerie artificielle de Pâturages et à notre galerie au rocher de Colfontaine, que le tir simultané n'était pas à proscrire du point de vue de la sécurité, après avoir suivi des études pratiques faites dans la mine (bassin de Charleroi), montrant que le tir simultané présente des avantages réels, nous avons étudié spécialement les détonateurs et amorces, les exploseurs : nous avons indiqué les conditions à exiger de cet outillage pour éviter les ratés et assurer la sécurité. (Voir à ce sujet nos rapports sur les exercices 1931 à 1934.)

Comme le tir simultané entraîne presque fatalement l'usage de détonateurs à retard, nous avons été amenés à étudier spécialement ceux-ci.

Nous avons encore examiné une série de types d'exploseurs pour mines grisouteuses et nous donnerons les résultats de notre étude pour les deux plus intéressants d'entre eux.

Enfin, poursuivant l'étude de tous les éléments du circuit de tir, nous avons recherché systématiquement, les principales causes de déperditions possibles dans la ligne de tir.

A. — LES DETONATEURS A RETARD

Lorsqu'on veut recueillir du tir simultané le maximum de rendement, c'est-à-dire, lorsqu'on veut organiser le travail en deux opérations seulement: forage et tir, déblaiement, on est amené à faire appel aux détonateurs à retard, de manière à exécuter tout l'avancement en une seule séance de tir. Cette façon de procéder est surtout utile pour les grandes sections; elle n'est pas toujours indiquée. Elle exige, d'autre part, diverses précautions, que nous aurons l'occasion de signaler au passage. Nous étudierons d'abord les détonateurs à retards appelés également détonateurs à temps.

Constitution des détonateurs à retard. — Un détonateur à retard comprend une amorce électrique, un relai ou retard intercalé entre l'amorce et le détonateur, enfin le détonateur proprement dit.

L'amorce électrique : au début, elle ne présentait rien de spécial, c'était une amorce ordinaire (1) dégageant

toujours des gaz et l'on voyait encore, alors qu'on était déjà aux poudres sans gaz pour le relai, une légère fumée et une flamme se dégageant à l'allumage.

Depuis peu de temps, les poudres pour amorces à temps ont été modfiées et sont elles-mêmes, partiellement ou non, du type sans gaz, ce qui entraîne immédiatement des répercussions sur la constitution même de l'amorce.

Il serait trop long de les détailler ici, mais elles sont la conséquence de ce que les poudres sans gaz renferment nécessairement un élément métallique. Nous y reviendrons à propos des retards.

Les amorces spéciales pour le tir à retard sont plus vives, l'inflammation se fait avec grande rapidité; aussi, contrairement à ce qui se passe dans certaines amorces ordinaires, le pont est rompu dès l'inflammation.

Les retards: Les retards utilisés d'abord étaient constitués de bouts de mèche dont la longueur variait généralement de 20 (premier retard) à 30 centimètres (dernier retard), les écarts se graduant par une longueur d'un centimètre de mèche soit environ une seconde en temps. Le retard était donc constitué par des éléments de faible précision et sujets à tous les inconvénients inhérents à la mèche: irrégularités, longs feux, etc.

Voici, par exemple, une amorce sertie à un bout de mèche (fig. 1). A l'autre extrémité de celle-ci (non représentée) se trouve le détonateur proprement dit serti également sur la mèche.

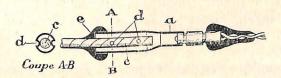


Fig. 1. — Amorce sertie à un bout de mèche formant le retard.

⁽¹⁾ Avec les produits habituels, savoir : le nitrocoton, le sulfocyanure de mercure, le chlorate de potassium, l'acétylure de cuivre, etc.

La douille d'amorce (a) est considérablement plus longue que celle d'une amorce ordinaire. On fixe l'amorce avec de la masse coulée. (e). L'extrémité de la douille est aplatie et on y fixe la mèche (c). Pour assurer une meilleure fixation de l'amorce, la douille comporte encore une ou plusieurs rainures de sertissage (d).

Pour préserver la tête d'amorce ainsi que le bout de mèche contre l'humidité, l'extrémité de la douille d'amorce est rendue étanche par une cire spéciale pour câbles ou par de la gutta-percha ou d'autres matières analogues.

Ce matériel ne permettait que d'assez longs retards et donnait peu de régularité; petit à petit, notamment pour diminuer l'importance des retards, on en est arrivé à faire du relai un tube métallique T bien calibré (fig. 2)

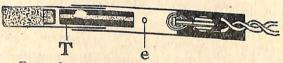


Fig. 2. — Forme des détonateurs à retard avec poudre à émission gazeuse.

T : tube métallique contenant la poudre; e évent pour l'évacuation des gaz.

pourvu en son axe d'une poudre noire à combustion réglée, c'est-à-dire, une poudre balistique, du genre de celle qui commande le retard dans les obus; cependant les détos à temps *Donar* en Allemagne sont restés à base de mèche, mais celle-ci est logée dans un tube en laiton et elle est constituée d'une manière spéciale.

Ces poudres noires dégagent en brûlant une certaine quantité de gaz qui s'évacue par des évents e, soit par

l'arrière même de l'amorce, soit par la partie arrière du tube-relai. Ces évents (pour éviter l'absorption d'humidité pendant la conservation et les manipulations) sont généralement fermés par une petite pellicule de collodion ou bien par un petit bouchon de plâtre qui saute dès que les gaz se dégagent.

C'est un point faible : car si ces évents ne fonctionnent pas bien, s'ils restent fermés ou s'ouvrent avec retard, une pression de gaz s'établit en arrière de la zone en combustion et accélère la vitesse : on risque d'avoir des départs prématurés, irréguliers.

On a amélioré les évents et les poudres; l'inconvénient a diminué.

C'est ainsi que les détos *Donar* sont encore autorisés en Allemagne, mais avec des précautions spéciales pour assurer l'évacuation des gaz. La figure 3 donne le détail d'un tel détonateur.

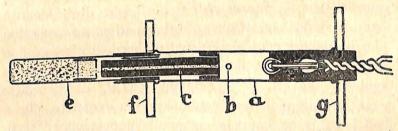


Fig. 3. — Détonateur Donar : f et g, rondelles en porcelaine assurant entre elles le maintien d'une zone libre pour l'évacuation des gaz par les évents b.

On voit que la douille a de l'amorce est beaucoup plus longue que la douille d'une amorce ordinaire. Elle se chausse sur la douille du détonateur proprement dit e.

Le retard est formé par un bout de mèche c spécial à triple enveloppe collée et munie d'un enduit incombustible lorsqu'il s'agit d'emploi dans des mines grisouteuses; entre l'extrémité antérieure du retard et

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

l'amorce électrique, on distingue deux ouvertures b pour l'évacuation des gaz.

Deux rondelles en porcelaine f et g maintiennent autour de ces évents un espace libre assurant le dégagement aisé des gaz provenant de la combustion du retard : la rondelle f appuie donc sur la cartouche-amorce, tandis que le bourrage est arrêté par la rondelle g; grâce à cet artifice — d'où résulte, comme on peut le voir, une certaine complication — on peut compter sur une régularité suffisante de combustion.

Faute de semblables précautions, les retards comportant des poudres à émissions gazeuses sont sujets à des accélérations, à des irrégularités qui doivent les écarter.

On a invoqué parfois le risque d'inflammation des explosifs par ces retards à émission gazeuse. L'argument avait une certaine valeur lorsqu'on utilisait les longs retards (mèches); actuellement, qu'il n'est plus question que de retards réduits de l'ordre d'une demi à cinq secondes, ce risque d'inflammation ne constitue plus un danger caractérisé; tout d'abord, il n'existe que pour les dynamites, il est absolument nul pour tous les explosifs au nitrate ammonique S.G.P. ou brisants; quant à l'inflammation éventuelle de la dynamite, elle a lieu à l'abri du bourrage et quelle importance a cette faible émission de gaz ou même de flamme à température relativement peu élevée vis-à-vis de la volumineuse flamme à très haute température que va produire, l'instant d'après, la détonation de la charge.

A l'heure actuelle, le combat entre les relais à émission gazeuse dirigée et les relais sans émission gazeuse semble bien terminé à l'avantage de ces derniers.

Les poudres sans émission de gaz sont de diverses sortes, mais toutes se caractérisent par la présence d'un élément métallique (Al. Mg. Ce, Fe) et d'un corps oxydant (chromate, permanganate, etc.); la combustion doit donner tous produits solides : oxydes métalliques d'une part et produits réduits résultant de la transformation des oxydants d'autre part. Ces poudres doivent être régulièrement inflammables, elles demandent une longue étude : la moindre variation dans les rapports des constituants donne des résultats différents.

Aussi les compositions sont-elles tenues secrètes.

Le grain a lui-même une grande importance; le chargement surtout dans les retards d'ordre élevé est aussi une difficulté. On a utilisé parfois, à l'origine du relai, une pastille d'inflammation, c'est-à-dire une petite épaisseur de poudre semblable à celle de l'amorce électrique et destinée à provoquer une inflammation franche du relai.

Certains ont perfectionné ensuite, en rendant plutôt la poudre de l'amorce semblable à celle du relai : de là vient l'introduction d'éléments métalliques dans cette poudre.

Les poudres antérieures — qui subsistent d'ailleurs dans tous les détonateurs courants — étaient totalement non conductrices : les nouvelles ont un certain degré de conductibilité; il a fallu de ce chef changer le *pont* en fil platiné, modifier sa composition, introduire le tungstène.

Comme type, donnons une coupe de détonateur d'une firme allemande (fig. 4).

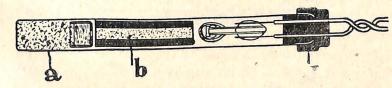


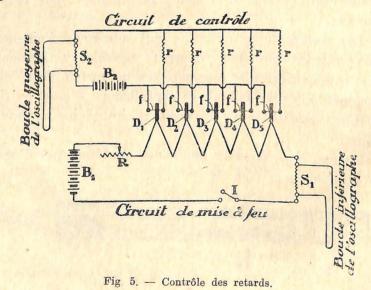
Fig. 4. — Détonateur sans émission gazeuse; les évents ont disparu.

On distingue la douille a du détonateur qui renferme à la fois le retard et l'amorce; le retard b dont la longueur varie avec la durée du retard, renferme une poudre sans émission gazeuse : tous les évents ont disparu; l'amorce est couverte par une tête en plomb d complètement étanche. A l'heure actuelle (février 1936) ces détos ne donnent plus, avant l'explosion, aucune fumée.

Malgré tous ces progrès, à l'heure actuelle, les relais les plus perfectionnés ne peuvent garantir un temps qu'à ± 0,25 seconde près. Nous avons fait à ce sujet de nombreuses expériences et seuls les détonateurs sans émission gazeuse tiennent avec assez de facilité cette limite.

Voici d'ailleurs brièvement résumées, les principales vérifications faites sur les détonateurs de toutes provenances. Nous avons opéré soit par circuits à retards multiples, soit par circuits simples ne comportant qu'un seul retard. Tous nos essais ont été faits à l'oscillographe.

La figure 5 représente le dispositif expérimental utilisé pour la vérification de 5 retards différents.



Il comporte essentiellement 2 circuits principaux : le circuit de mise à feu et le circuit de contrôle des retards.

Le circuit de mise à feu est composé de 5 détonateurs D₁ à D₅, de différents relais, groupés en série, d'une batterie B₁ d'accumulateurs, d'une résistance de réglage R, d'un interrupteur I et d'un shunt S₁ qui réduit le courant passant par une des boucles de l'oscillographe.

Le circuit de contrôle est constitué par une batterie d'accumulateurs B₂, un shunt S₂ réduisant le courant passant par une seconde boucle de l'oscillographe et enfin par 5 dérivations composées chacune d'un fil fin en cuivre f (diamètre 0,8 m/m) et d'une résistance r.

Chaque détonateur est placé au-dessous et contre un des fils.

Lorsqu'on ferme le circuit à l'aide de l'interrupteur I, toutes les amorces sont enflammées simultanément et le courant d'allumage est enregistré à l'oscillographe. Puis les détonateurs sautent l'un après l'autre et coupent successivement chacune des dérivations.

A chaque rupture, le courant circulant dans le circuit de contrôle subit une diminution qui est enregistrée à l'oscillographe. Sur celui-ci on inscrit en outre, à l'aide d'une troisième boucle, la courbe sinusoïdale de la tension du réseau, c'est-à-dire l'échelle des temps.

La durée d'un enregistrement étant relativement longue, nous sommes obligés de faire tourner le tambour de l'oscillographe à une vitesse assez faible, de l'ordre de 15 tours par minute.

Pour certaines expériences, nous n'avons enregistré qu'un seul retard. Dans ce cas, un détonateur seulement était introduit dans le circuit de tir et il n'y avait qu'un fil f et qu'une résistance r dans le circuit de contrôle

Nous donnons à la figure 6 quelques oscillogrammes caractéristiques. Pour la facilité du lecteur, nous avons indiqué sur les films le temps des diverses explosions que le lecteur peut d'ailleurs vérifier par comparaison avec la sinusoïde du réseau (courant alternatif à 50 périodes-seconde).

Voici enfin les tableaux résumant nos multiples essais.

a) Détonateurs avec poudre donnant émission gazeuse. Détonateurs de fabrication belge.

1º lot (année 1933).

Détonateurs à retard 1, 2.

Temps d'explosion (d'après le fabricant): 1 seconde, 1,5 seconde.

Les détonateurs ont été essayés individuellement.

Détonateurs à retard 1. — Dix-neuf essais donnent respectivement: 0,60, 0,67, 0,73, 0,52, 0,75, 0,64, 0,80, 0,04, 0,70, 0,77, 0,29, 0,02, 0,87, 0,34, 0,56, 0,61, 0,33, 0,90, 0,77 seconde.

Moyenne des retards: 0,574.

Ecart maximum avec la moyenne: 0,554.

Ecart entre les extrêmes: 0,88.

Les retards indiqués en italique sont dus sans doute à la non ouverture des évents.

Détonateurs à retard 2 : Neuf essais donnent respectivement : 2,21, 1,32, 1,06, 1,35, 1,28, 1,06, 1,16, 0,94, 1,15 seconde.

Moyenne des retards: 1,28.

Ecart maximum avec la moyenne: 0,93.

Ecart entre les extrêmes : 1,27.

La fabrication de ce lot n'était pas au point.

2º lot (année 1935).

Détonateurs à retard 1, 2, 3. Temps d'explosion (d'après le fabricant): 2, 4 et 6 secondes.

Ces détonateurs ont été essayés par groupes de trois retards différents.

Nº du	N _o	Temps	Temps écoulé entre le lancement						
film.	de l'essai.	1 re explos.	du courant et la 2 ^e explos.	3 ^e explos.					
370	1	2,06	4,19	6,55					
371	2	raté	4,18	6,52					
572	3	2,04	3,90	6,20					
373	4	2,10	3.94	6,66					
374	5	2,06	4,08	5,54					
385	6	2,02	3,86	6,31					
386	7	1,96	4,00	6,12					
387	8 .	2,06	4,14	6,50					
388	9	1,82	3,95	5,85					
Moyer	nne	2,015	4,05	6,234					
Ecart	maximum								
ave	c la moyen	ne . 0,195	0,17	0,694					
Ecart	entre extrê	mes. 0,280	0,33	1,120					

Les retards de 2 et 4 secondes sont satisfaisants; le retard de 6 secondes est fort dispersé.

Détonateurs de fabrication française (année 1935).

Détonateurs à retard 1, 2, 4, 5, 7.

Temps d'explosion (d'après le fabricant): 0,5, 1, 2, 2,5 et 3,5 secondes.

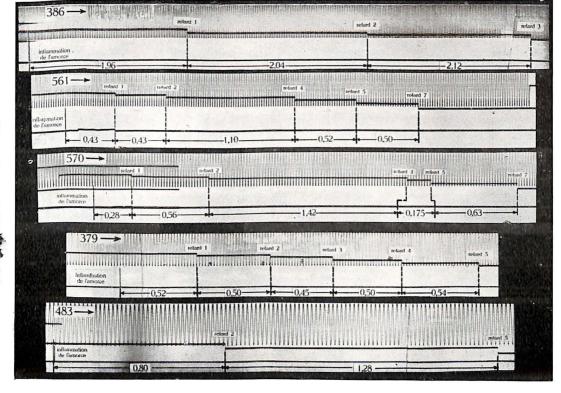


Fig. 6.

Sur chaque oscillogramme, on remarque

1º la sinusoïde du réseau (échelle du temps) courbe se réduisant à une ligne brisée à éléments rectilignes, à cause de la vitesse réduite du film;

20 les ruptures successives des fils fins du circuit de contrôle se traduisant par un trait horizontal avec redents:

3º le courant d'inflammation de l'amorce représenté par un simple trait vertical, à cause de la vivacité de la poudre d'amorce dont l'explosion brise immédiatement le pont métallique.

Oscillogramme 386: fabrication belge (3 retards).

Id.

Id.

561 : fabrication française (5 retards). Un redent dans la ligne d'intensité nulle du courant d'allumage montre qu'un rétablissement s'est produit dans le circuit d'allumage. Ce rétablissement a cessé avec l'explosion du détonateur retard I.

Id.570 : fabrication française (5 retards) grandes divergences.

Id.379 : fabrication allemande (5 retards).

483 : fabrication autrichienne (2 retards). Dans ce film, la vitesse du tambour ayant été augmentée, le courant d'inflammation est représenté par une courbe trapézoïdale.

Ces détonateurs ont été essayés par groupes de cinq retards différents.

N° du	N° de	Te	mps écou	lé entre l	le lanceme	nt
film.	l'essai.	1 re expl.	du	courant e	et la 4 ^e expl.	5° expl.
561 562	1 2	0,43 0,44	0,86	1,96	2,48	2,98
563 564	3 4	0,43 0,45	0,78	2,23	2,36 2,58	2,94 3,06
565	5	0,35	0,90	1,82	2,23	pas enreg.
566	6	0,43	0,84	1,98		pas enreg.
567 568	7 8	0,36 0,34	0,79 0,76	2,07 2,10	2,43 pas enreg.	2,95 3,06
569	9	0,45	0,75	1,86	(1) 2,26	3,08
	ne des ret	0,28 . 0,394	0,84 0,798	2,26 2,013	2,43 2,41	3,06 3,04
avec			0,102	0,247	0,18	0,18
Ecart	entre extr	0,17	0,19	0,48	0.35	0.08

b) Détonateurs avec poudre sans émission gazeuse. Détonateurs de fabrication allemande.

1er lot (année 1933).

Détonateurs à retard 1, 2.

Temps d'explosion (d'après le fabricant): 0,5 et 1 sec. Ces détonateurs ont été essayés individuellement.

Détonateur à retard 1 : 6 essais donnent respectivement : 0,77, 0,74, 0,67, 0,54, 0,72, 0,71.

Moyenne des retards: 0,69.

Ecart maximum avec la moyenne: 0,15.

Ecart entre les extrêmes: 0,23.

Détonateur à retard 2 : 5 essais donnent respectivement : 1,20, 1,00, 1,23, 1,14, 1,11.

Moyenne des retards: 1,136.

Ecart maximum avec la moyenne: 0,136.

Ecart entre les extrêmes : 0,23.

2° lot (année 1935):

Détonateurs à retard: 1, 2, 3, 4 et 5.

Temps d'explosion (d'après le fabricant): 0,5, 1, 1,5, 2,0, 2,5 sec.

Ces détonateurs ont été essayés par groupes de cinq retards différents.

N°	N°	Т	emps écou	lé entre le courant et	lancemei Ia	nt
du film.	de l'essai.	1 re expl.	2e expl.	3 ^e expl.	4e expl.	5 ^e expl.
Designation of the last		0,50	1,06	1,18	1,96	2,32
375	1	0,62	0,94	1,52	1,94	pas enreg.
376	2	0,59	0,99	1,46	2,12	2,74
377	3	0,56	1,12	pas enreg.	1,98	2,56
378	4	0,52	1,02	1,47	1,97	2,51
379	5	0,60	pas enreg.	1,46	2,06	pas enreg.
380	6	0,56	1,03	1,45	2,08	2,50
382	7	0,53	1,01	1,58	1,96	2,36
383	8	0,51	1,06	1,57	2,01	2,45
384 Moyer	one des ret	The state of the last of the l	1,03	1,46	2,01	2,49
	maximum c la moy	. 0,066	0,09	0,28	0,11	0,25
	entre extr		0,18	0,40	1,18	0,42

Ces détonateurs tiennent remarquablement leurs temps.

⁽¹⁾ Anomalies dues à ce que, malgré les précautions prises, les circuits ont été brisés par les premières explosions. Nous avons eu quel-

Détonateurs de fabrication autrichienne (1935).

Détonateurs à retard 2, 5, 8.

Temps d'explosion (d'après le fabricant): 0,75, 2,25 et 4 secondes.

Ces détonateurs ont été essayés par groupes de trois retards différents.

N° du	N° . de	Temps	Temps écoulé entre le lancement du courant et la								
film.	l'essai.	1 re explos.	2 ^e explos.	3° explos.							
467	1	0,83	2,25	4,11							
468	2	0,79	2,25	3,77							
469	3	0,81	2,27	2,73 (1)							
470	4	0,86	2,23	3,85							
474	5	0,74	2,21	3,95							
475	6	. 0,84	2,35	3,93							
476	7	0,78	2,20	4,02							
478	8	0,86	2,34	3,98							
479	9 •	0,79	2,18	4,26							
480	10	0,80	2,37	4,15							
481	11	0,80	2,05	3,67							
482	12	0,77	2,11	3,88							
483	13	0,80	2,08	p. de dét. nº 8							
				dans le circuit.							
484	14	0,77	2,53	idem							
471	15	pas enreg.	2,20	4,08							
472	16	0,73	2,23	pas enreg.							
473	17	0,84	2,23	idem							
477	18	0,79	raté	3,94							
Moyen	ne des reta	rds . 0,80	2,24	5,88							
Ecart 1	maximum			3,00							
avec	la moyenr	ne . 0,07	0,29	1,15							
Ecart of	entre extrêm	nes . 0,13	0,48	**							
			-,-10	1,53							

⁽¹⁾ Le fabricant déclare qu'il doit y avoir eu une erreur de classecent.

On voit, comme déjà dans d'autres essais, les écarts augmenter pour les longues durées.

En ne tenant pas compte du 3^{me} détonateur de la colonne de droite, la moyenne, l'écart maximum avec la moyenne et l'écart entre les extrêmes deviennent respectivement : 4,18, 0,51, 0,59 secondes pour les détonateurs à retard de 4 secondes.

Détonateurs de fabrication belge.

Détonateurs à retard 1, 2, 3, 4, 5.

Temps d'explosion (d'après le fabricant): 1, 1,5, 2,25, 3 et 4 secondes.

Ces détonateurs ont été essayés individuellement.

Détonateurs à retard ': Temps théorique 1 seconde. Cinq essais donnent respectivement : 1,16, 0,98, 0,90, 0,96, 0,69 seconde.

Moyenne des retards: 0,94.

Ecart maximum avec la moyenne : 0,25.

Ecart entre les extrêmes: 0,47.

Détonateurs à retard 2 : Temps théorique : 1,5 sec. 5 essais donnent respectivement : 1,57, 1,58, 1,50,

1,68, 1,43 seconde.

Moyenne des retards: 1,55.

Ecart maximum avec la moyenne: 0,13.

Ecart entre les extrêmes : 0,25.

Détonateurs à retard 3 : Temps théorique : 2,25 sec. 4 essais donnent respectivement : 2,29, 2,35, 2,25,

2,29 secondes.

Moyenne des retards : 2,29 secondes.

Ecart maximum avec la movenne : 0,06.

Ecart entre les extrêmes : 0,10.

Détonateurs à retard 4: Temps théorique: 3 sec. 6 essais donnent respectivement: 3,13, 3,33, 3,13, 3,25, 3,35, 6,93 secondes.

Moyenne des retards: 3,85.

Ecart maximum avec la moyenne : 3,08.

Ecart avec les extrêmes : 3,80.

Il y a sans doute eu erreur de classement pour le dernier détonateur donnant un retard 6,93. En n'en tenant pas compte, les chiffres précédents deviennent respectivement : 3,24, 0,11, 0,22 secondes.

Détonateurs à retard 5 : Temps théorique : 4 sec. 6 essais donnent respectivement : 3,84, 4,09, 3,78, 4,04, 4,16, 4,15.

Moyenne des retards: 4,01.

Ecart maximum avec la moyenne: 0,23.

Ecart entre les extrêmes : 0,38.

Détonateurs à retard 1 : Temps théorique : 0,75 sec. 10 essais ont donné : 0,61, 0,61, 0,60, 0,75, 0,725, 0,78, 0,68, 0,69, 0,65, 0,835.

Moyenne: 0,693.

Ecart maximum avec la moyenne: 0,142.

Ecart entre les extrêmes : 0,235.

Détonateurs à retard 2 : Temps théorique : 1,25 sec. 10 essais ont donné : 1,185, 1,075, 1,260, 1,020, 1,150, 1,140, 1,26, 1,26, 1,31, 1,22.

Moyenne: 1,188.

Ecart maximum avec la moyenne: 0,168.

Ecart entre les extrêmes : 0,290.

On voit, d'après cela, que l'on ne peut compter sur l'exactitude des temps qu'à plus ou moins 25 centièmes de seconde près, et cela avec les meilleures fabrications; cela veut dire qu'il peut s'écouler un temps de 500 mil-

lisecondes entre le premier et le dernier détonateur d'un même retard.

Si l'on procédait sur un plus grand nombre de pièces, on trouverait probablement des coups anormaux plus divagants. Dans les longs retards, la dispersion des temps augmente généralement.

De là découle l'obligation, si l'on veut se ménager un certain coefficient de sécurité entre les séries, de ne pas utiliser des retards se succédant à une demi-seconde d'intervalle : il faut au moins 0.75 seconde entre les séries, sinon on risque de voir une mine de la série n+I sauter avant une mine de la série n qui devait lui faire le dégagement nécessaire : la mine n+I fera canon ainsi que toutes celles qui devaient lui succéder, d'où désorganisation totale du tir et dangers divers incontestables.

Tant donc que le perfectionnement des fabrications n'aura pas encore réduit notablement les écarts de durée, nous ne pouvons nous rallier à la cadence d'une demiseconde pour les retards successifs, chiffre admis dans certains pays.

Une autre préoccupation surgit lorsque le tir à temps doit être appliqué dans des mines grisouteuses; il faut songer à l'allumage possible, par une des mines suivantes, du grisou qui aurait pu être libéré par une première mine. Les retards avec mèches ordinaires sont, de ce fait, absolument exclus. Pour les autres, il faut limiter le temps où s'échelonnent les coups à une quotité inférieure à celle qu'il faut pour provoquer un mélange explosif par le dégagement de grisou d'une cassure mise à nu par le premier tir.

Nous n'envisageons ici que le tir en travers-bancs; le tir à retards ne se pose pas — sauf cas tout à fait exceptionnels — dans les voies d'exploitation en veine.

Pour les travers-bancs, on peut se rallier au temps maximum de cinq secondes — édicté par le règlement de police de l'Inspection de Dortmund — entre le premier et le dernier coup.

En effet, supposons le cas le plus défavorable, c'està-dire l'ouverture d'un soufflard par la première mine; le débit ne s'établira pas immédiatement et ne deviendra pas dangereux en cinq secondes, d'autant plus que les explosions des charges suivantes, par les compressions en résultant, gêneront l'écoulement des gaz. A défaut d'expériences directes, difficiles sinon impossibles, on peut admettre ce chiffre de cinq secondes.

La limitation à cinq secondes de l'intervalle de temps compris entre le premier départ et le dernier, va limiter, ipso facto le nombre de retards admissibles dans un tir : si la cadence des retards est portée à 0,75 seconde, nous ne pouvons plus avoir que 5/0,75=6 retards.

En général, ce nombre de retards sera suffisant pour des galeries ne dépassant pas huit mètres carrés.

Certains, voulant extraire du détonateur à retard tout ce que théoriquement il peut donner, sont portés à utiliser le plus possible de retards, de manière que chaque mine, en quelque sorte, ait son temps de sautage bien déterminé et prépare la voie à la suivante. En poussant à la limite, il faudrait donc autant de retards qu'il y a de mines à front.

Déjà la complication du montage des coups, les chances d'erreurs possibles sont un inconvénient certain du système; de plus, cela conduit à rapprocher les coups les uns des autres, à diminuer les planches existant entre les fourneaux voisins, d'où résultent deux sortes de dangers bien caractérisés.

1° une mine peut arracher en sautant — nous suppo-

sons le montage en série unique, le plus utilisé, le plus simple — les fils et la cartouche-amorce de la voisine : on peut parer à ce danger par un bourrage particulièrement soigné;

2° on risque des départs prématurés et irréguliers par influence

Récemment, à l'occasion d'un accident qui nous avait été signalé par un collègue français, nous avons été étonnés de constater, par essais directs, qu'un détonateur n° 8 ordinaire sautant à l'air libre à 32,5 cm. d'une cartouche d'un explosif S.G.P. à 11 % de N.G., située derrière une paroi de cartouchière en cuir, déterminait l'explosion de cette cartouche. Au rocher, cependant, nous n'avons pas obtenu l'explosion par influence d'une charge située à 25 centimètres d'une charge parallèle.

En tout cas, il vaut mieux répartir les mines non par coups isolés successifs mais par petites volées, ce qui diminue le nombre de retards nécessaires et évite l'écueil d'une distance insuffisante entre les fourneaux

Les mines d'un même retard ne donnent pas la simultanéité absolue et, par conséquent, n'ont pas l'effet renforcé d'un tir simultané. Mais l'effet s'en rapproche cependant.

La simultanéité totale des coups d'une volée n'est particulièrement désirable que pour les mines de bouchon dont l'effet doit être bien franc pour permettre la meilleure action des suivantes.

A ce sujet, on peut faire des mines de bouchon un tir préparatoire avec amorces instantanées; en opérant de la sorte, on perd naturellement une partie des avantages du procédé, puisqu'il faut revenir à front pour établir le circuit des autres mines.

Lorsqu'un seul tir est réalisé, on a souvent craint, jus-

qu'à présent, d'utiliser des détonateurs instantanés pour les mines de déchaussement et on préfère souvent les amorcer de détos du premier retard.

Ce système a l'avantage de permettre d'une façon plus sûre le passage du courant dans toutes les amorces du circuit pendant tout le temps que l'exploseur donne du courant, ce qui évite tout raté dû à une différence de sensibilité des amorces.

L'essentiel, en tout cas, est que les amorces du bouchon, instantanées ou non, soient exactement semblables à celles des détos à retards.

A titre d'exemple, supposons que les détonateurs instantanés sautent, grâce à une amorce vive, 5 millisecondes après le lancer du courant, alors que les détos à retards seraient munis d'une amorce lente exigeant un temps de passage de 15 à 20 millisecondes : l'explosion des détos instantanés aura rompu le circuit de tir avant que les amorces à retard aient été enflammées, d'où raté général ou partiel. L'inverse (détos instantanés à amorce lente et détos à retard à amorce vive) peut amener un résultat analogue.

L'essentiel est donc d'avoir des amorces identiques dans tout le circuit.

Depuis que les amorces pour tirs à retards ont été spécialement étudiées, la précaution d'utiliser le retard I pour les mines de bouchon n'est plus aussi indiquée, car les nouvelles amorces, plus vives, brisent le fil de platine par leur inflammation et le circuit est rompu par l'amorce de plus grande sensibilité. On peut cependant la recommander encore. Il n'y a aucun inconvénient à ce que ce retard soit d'ailleurs réduit à 0,5 seconde ou moins encore.

Dans le cas de retards se succédant de 0,75 seconde

avec une durée totale autorisée de 5 secondes, la réduction du premier retard à 0,5 seconde nous permet de disposer de 7 étages se succédant comme suit : 0,5, 1,25, 2, 2,75, 3,50, 4,25, 5 secondes.

Une dernière observation sur le bourrage; nous avons indiqué, plus haut, les raisons pour lesquelles il doit être plus important : il faut éviter que l'action d'une mine n'arrache, par les fils, une cartouche-amorce voisine et ne provoque l'explosion de celle-ci en dehors du fourneau, laissant ainsi dans celui-ci, ou dans les déblais, des explosifs non sautés avec les dangers qui en découlent. Le bourrage doit donc être tel que les fils se brisent sous la traction plutôt que d'entraîner le glissement du bourrage.

Il faut donc éviter les bourrages en argile humide qui glissent trop facilement.

De plus, au début du bourrage, il faut opérer avec prudence; cette façon de faire est recommandable en tout temps, mais elle est plus indispensable encore dans le tir à retard — en cas d'amorçage direct, le plus sûr, le plus utilisé — parce que les détonateurs à retard sont plus longs: la tête du déto déborde donc plus de la cartoucheamorce et il y a plus de chance de la détériorer par le bourrage, si celui-ci est trop énergique au début.

En plus, s'il y a une légère émission de gaz provenant de l'amorce, elle ne présente aucun inconvénient lorsqu'il y a un vertain vide au contact de la cartouche.

Nous estimons que dans l'emploi des détonateurs à temps, il faut observer les règles suivantes :

On ne peut utiliser que des retards d'une fabrication soignée où les temps réels ne s'écartent pas de plus de 25 centisecondes, en plus ou en moins, des temps théoriques. A l'heure actuelle, seuls les retards à poudre sans émission gazeuse satisfont à ce desideratum.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

L'intervalle entre les retards doit être de 0,75 seconde au moins. Dans les mines grisouteuses, le temps total entre la première explosion et la dernière d'un tir, ne peut excéder cinq secondes.

Le bourrage des mines, commencé avec précaution, doit être continué énergiquement et avoir une importance et un calage tels qu'il n'y ait aucune chance de voir expulser le bourrage par la traction sur les fils résultant du départ d'une mine voisine.

Il est préférable de ne pas multiplier les retards, de procéder par groupes de mines, de façon à ne pas devoir disposer les fourneaux trop près les uns des autres, et à éviter toute détonation par influence.

Chaque détonateur doit porter, attachée solidement aux fils, une plaquette de métal, indiquant le retard; il est recommandable de vernir d'une teinte spéciale pour chaque retard, la douille du détonateur, de façon à éviter les confusions.

L'examen minutieux du front et des déblais s'impose comme dans tout tir comportant plusieurs mines.

Si l'on ne fait pas le tir de déchaussement en une opération spéciale avec détonateurs instantanés, il est recommandable d'utiliser pour ce tir des détonateurs du premier retard; il est indispensable, en tout cas, que les amorces des détonateurs du bouchon soient absolument identiques à celles qui garnissent les amorces des détonateurs à retard.

Dans la recoupe des couches à dégagements instantanés, M. l'Ingénieur en Chef des Enfans a autorisé récemment l'usage des détonateurs à temps et l'emploi s'est fait avec succès.

Dans ce cas particulier, l'emploi des détos à retard permet d'exécuter avec plus de sécurité l'enlèvement de la dernière tranche de terrains masquant la veine; il permet même d'opérer en une seule fois l'enlèvement de la couverture (mines convergentes traversant le terrain jusqu'à la veine) et la traversée de la couche (mines à retard, en une ou deux couronnes, légèrement convergentes, traversant entièrement la couche).

B. — RECHERCHES NOUVELLES SUR LES EXPLOSEURS.

Dans notre étude précédente, sur les exploseurs (voir Annales des Mines de Belgique, tome XXXVI, 1935, 1^{re} livraison, pp. 65 à 148), nous avons indiqué les conditions assurant leur sécurité d'emploi vis-à-wis du risque d'explosion intérieure et leur aptitude à réaliser une mise à feu efficace, c'est-à-dire sans raté.

Il nous a été agréable de voir, au cours de l'année 1935, les constructeurs s'inspirer de nos conclusions pour la réalisation de modèles nouveaux et nous les présenter pour examen alors qu'il n'existe pas encore actuellement de prescriptions administratives imposant l'agréation.

Ces exploseurs ont été examinés au point de vue étanchéité vis-à-vis d'une explosion interne; en outre, leur puissance a été mesurée à l'aide de l'oscillographe, suivant le mode opératoire indiqué dans les pages rappelées plus haut Parmi ces nouveaux exploseurs, nous ne dé crirons ci-après que ceux présentant dans leur conception l'une ou l'autre nouveauté.

Exploseur Brün, type Z.E.B.F./A.50.

Description: Cet exploseur comporte une dynamo à courant continu à excitation compound, actionnée par un ressort.

Les connexions répondent au schéma fig. 7.

Les flèches indiquent le sens des courants au moment en l'appareil débite dans le circuit de tir.

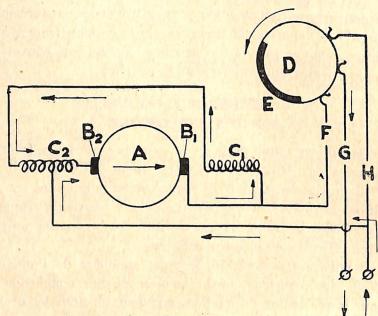


Fig. 7. — Exploseur Brün type Z.E.B.F./A.50 Schéma des connexions.

L'induit A en tambour est feuilleté et son enroulement réparti dans huit encoches. Le collecteur sur lequel s'appuient deux frotteurs B_1 et B_2 en cuivre rouge, possède seize lames. L'inducteur est constitué par un cylindre d'acier portant intérieurement deux pièces polaires, sur lesquelles sont disposés les bobinages magnétisants C_1 et C_2 .

L'appareil est pourvu d'un dispositif limitant la durée du passage du courant. Ce dispositif est constitué par un disque isolant D portant un secteur en bronze E et par trois lames F, G, H.

Le disque est animé d'un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'un train d'engrenages solidaire de celui qui actionne l'induit. La mise en action de l'exploseur s'opère donc de la manière suivante:

L'induit tourne d'abord à une vitesse croissante en débitant du courant uniquement dans les deux bobinages C_1 et C_2 , ce qui augmente le magnétisme de l'inducteur. Lorsqu'ensuite le secteur E entre en contact simultanément avec les deux lames F et G, une partie du courant débité par l'induit passe par la ligne. Il en est ainsi jusqu'au moment où la lame H est également touchée par le secteur. Les deux bornes sont alors court-circuitées et le débit dans la ligne de tir cesse.

L'appareil est disposé dans une enveloppe hémicylindrique en aluminium fermée à ses deux extrémités par un couvercle (voir fig. 8).

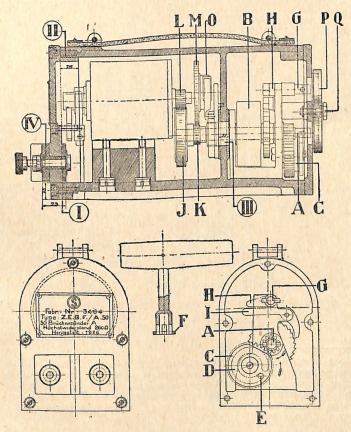


Fig. 8. - Exploseur Brün Z.E.P.F./A.50.

L'enveloppe est partagée en deux compartiments: celui de droite renferme le moteur à ressort et celui de gauche la partie électrique : dynamo et dispositif limitant le débit.

Les bornes sont fixées sur le couvercle de gauche.

Dans le compartiment de droite, on reconnaît l'axe A sur lequel se place la poignée amovible pour le remontage du ressort disposé dans un barillet B.

L'axe A entraîne par engrenages un disque circulaire C.

La face arrière de ce disque est creusée d'une rainure D concentrique à l'axe de rotation, mais d'un développement inférieur à la circonférence entière. Un ergot fixe E engagé dans cette rainure limite d'abord la tension donnée au ressort lors du remontage, puis sa détente lors de la mise en rotation de l'induit.

Le disque C est coupé suivant une corde. Cette disposition permet la mise en place de la poignée, mais elle en empêche le retrait tant qu'on n'a pas remonté le ressort à fond.

La poignée porte en effet une embase F qui se trouve cachée par le disque tant que le remontage du ressort n'est pas complet (1).

Pour la mise en action de l'exploseur, on utilise la même poignée qu'on place sur l'axe G. Celui-ci porte un levier H qui fait basculer le corbeau I et libère la crémaillère permettant ainsi la détente du ressort.

L'axe du ressort porte deux roues dentées J et K engrenant la première le pignon L de l'induit et la seconde une roue M solidaire du disque O limitant la durée du débit.

Un couvercle rotatif P garni de feutre et pouvant être immobilisé par une vis de pression Q, permet de fermer, après usage, les deux ouvertures donnant accès aux axes de remontage et de déclenchement du mécanisme.

D'après le constructeur, l'appareil peut faire partir 50 détonateurs dans un circuit de résistance maximum de 260 ohms.

Sécurité d'emploi en présence d'une atmosphère grisouteuse.

Le compartiment de gauche seul doit être antidéflagrant; la paroi séparant les deux compartiments est uniquement percée par l'axe de commande. La traversée se fait sur une longueur de 11 m/m (épaisseur de la paroi) avec un jeu diamétral de 0,3 m/m (voir en III).

Le couvercle de gauche s'asssemble à l'enveloppe, partie par un joint dressé de 15 m/m de largeur (tel qu'en I), partie par un emboîtement de 16 m/m de longueur avec un jeu maximum de 0,2 m/m (tel qu'en II).

Les bornes sont disposées dans des tubes isolants qu'elles traversent avec un jeu diamétral de 0,2 m/m environ (IV). Les vis d'assemblage ne peuvent être enlevées qu'à l'aide d'un tournevis spécial.

Grâce à ces détails de construction, il ne peut y avoir transmission à l'extérieur d'une flamme produite par une explosion interne de grisou

Puissance de l'exploseur.

Pour juger de la puissance de l'exploseur, nous avons enregistré, à l'aide de l'oscillographe, son débit dans des résistances métalliques de valeur connue.

Les figures 9 et 10 montrent deux de ces enregistrements.

⁽¹⁾ Nous avons constaté cependant que cette sécurité n'était efficace que lorsque l'on prenait soin de pousser la poignée à fond avant de commencer le remontage. Dans le cas contraire, il est possible de retirer la poignée alors même que le ressort n'a pas reçu sa tension maximum. Nous avons signalé ce défaut au constructeur, lequel y a porté remède ultérieurement en augmentant l'épaisseur du disque C.

Pour déterminer le débit, nous avons tracé une ligne moyenne coupant symétriquement les sinuosités de la courbe enregistrée.

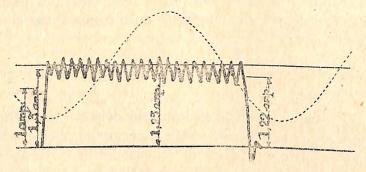


Fig. 9. — Film 630. Essai 1. — Résistance 260 ohms.

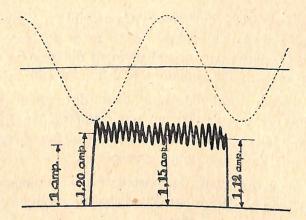


Fig. 10. — Film 602. Essai 5. — Résistance 277 ohms.

Nous avons mesuré à l'échelle de l'intensité établie par un étalonnage préalable de la boucle, les ordonnées correspondant respectivement :

- a) à l'origine de la courbe;
- b) à la fin des 10 premiers millisecondes;
- c) à la fin du passage du courant.

Comme dans nos recherches antérieures, nous avons utilisé pour échelle du temps, la courbe sinusoïdale de la tension du réseau qui a été enregistrée sur chaque film, en même temps que le débit de l'exploseur.

A l'aide de cette échelle, nous avons évalué la durée du passage du courant et la vitesse moyenne de l'induit. Un tour de l'induit est représenté en effet par 16 ondulations de la courbe de débit, ces ondulations correspondant au passage sous les frotteurs des 16 lames du collecteur.

Les résultats de nos mesures sont indiqués au tableau ci-dessous.

No du film	No de l'essai	Résistance en ohms.	Durée du pas- sage du courant en millisecondes	au début du passage du courant	après np 10 millisecondes ti	à la fin du passage du courant	Vitesse de l'induit en tours/seconde
1	630	260	17,66	1,30	1,25	1,22	83
2	601	267	17,90	1,265	1,22	1,17	81
3	601	267	17,60	1,233	1,20	1,17	81
4	629	270	17,50	1,265	1,235	1,22	82
5	602	277	17,75	1,20	. 1,15	1,12	81
6	630	277	17,65	1,20	1,185	1,17	82
7	600	287	17,60	1,15	1,135	1,12	82
8	600	287	17,60	1,185	1,15	1,12	83
9	629	287	17,60	1,15	1,15	1,135	82

On constate que la durée du passage du courant et la vitesse moyenne de l'induit varient très peu d'un essai à l'autre. L'écart maximum entre les différentes durées de passage est de 17,9 — 17,5 = 0,4 ms. et la vitesse n'a varié que de 81 à 83 tours par seconde.

On remarque également que l'intensité du débit est relativement constante au cours de chaque essai.

260 ohms

Le maximum d'écart entre les intensités initiale et finale est de 0,095 ampère seulement (essai n° 2).

Pour arriver à une telle constance, il faut évidemment avoir soin de remonter chaque fois le ressort à fond.

A titre documentaire, nous donnons à la figure 11 un enregistrement pour lequel cette condition n'a pas été remplie.

Comme nous l'avons dit plus haut, la chose est possible lorsqu'on n'introduit pas la manette à fond dès le début de la manœuvre. On peut alors la retirer avant d'avoir donné au ressort sa tension maximum.

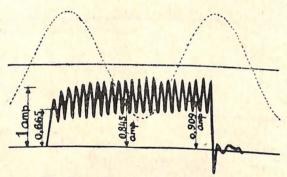


Fig. 11. — Fonctionnement défectueux. Débit dans une résistance de 277 ohms.

On voit le débit augmenter dès le début du passage du courant. L'intensité passe par les valeurs suivantes :

au débu	t						0.665	oman à ma
a la Iln	des 10	bren	ners	millise	Condea		0015	,
à la fin	des 20	pren	niers	millise	condes		0,040))
à la fin	du pa	ssage		The seal	oonacs	•	0,909))
a 14 1111	au pa	500	0.17				0,909	" "

D'autre part, la vitesse moyenne de l'induit pour les 16 premières ondulations de la courbe n'est que de 69 tours/seconde et la durée du passage du courant atteint 22,3 ms.

On voit par là, comment la manœuvre peu soignée d'un exploseur en très bon état cependant, pourrait causer des ratés de détonation.

La conclusion à tirer de nos mesures de débit est que l'exploseur est capable de faire sauter 50 détonateurs dans un circuit dont la résistance n'excède pas 260 ohms.

En su	ppo	sant I	e cı	rcuit	cons	titué	C	omn	ne	suit:	
50 dé	ona	teurs	de	1,6	ohm					80	ohms
Ligne	de	tir .								180	ohms
									-		

la résistance maximum du circuit pendant la période d'inflammation ne dépassera pas 280 ohms (résistance initiale + 20 ohms de majoration correspondant à l'augmentation de résistance des fils de platine des amorces).

Or, dans une résistance constante de 280 ohms, l'exploseur est capable de débiter pendant 17 millisecondes au moins, un courant maximum de 1,15 ampère, ce qui est suffisant pour assurer la mise à feu sans raté des 50 détonateurs.

Exploseur Brün type Z.E.B./A.50 avec relai électromagnétique.

Cet exploseur est analogue à celui décrit dans le rapport annuel sur les travaux de 1934 (voir Annales des Mines de Belgique, t. XXXVI, 1935 — 1^{re} livraison — pp. 133 et suivantes).

Il comporte, comme le précédent, une dynamo à courant continu actionnée à la main à l'aide d'une crémaillère.

La seule différence avec l'appareil décrit dans le rapport annuel de 1934 consiste en ce qu'il est pourvu d'un relai magnétique ne permettant le lancer du courant dans le circuit extérieur que dans le cas d'une manœuvre suffisamment énergique de la poignée.

Les connexions répondent au schéma figure 12. Les flèches indiquent le sens des courants lors du fonctionnement sur une ligne de tir.

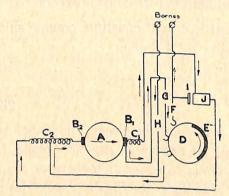


Fig. 12. — Exploseur Brün Z.E.B./A.50.

A = induit.

B¹ E² = frotteurs s'appuyant sur le collecteur.

C¹ C² = bobinages magnétisants de l'inducteur.

D = disque isolant.

E = secteur en bronze

F. G. H. = lames élastiques.

I = plaquette d'acier doux.

J = électro-aimant.

L'exploseur est pourvu d'un dispositif limitant la durée du passage du courant. Ce dispositif est constitué comme dans le type Z.E.B.F./A. 50, par un disque isolant D portant un secteur en bronze E et par trois lames F, G et H. Ces lames remplissent le même office que celles de l'exploseur Z.E.B.F.

La lame F cependant diffère en ce qu'elle est fixée à l'extrémité d'une bande d'acier très élastique; en outre, elle est rattachée à une plaquette I en acier doux disposée dans le champ d'un électro-aimant J dont l'enroulement est parcouru par le courant d'excitation.

Lorsque l'induit est mis en mouvement, la plaquette attirée par l'électro amène la lame F vers le disque D mais elle n'entre

en contact avec le secteur en bronze E que si le courant d'excitation est normal et par conséquent la vitesse de l'induit suffisante.

Remarquons que le disque D n'est entraîné dans un sens ou dans l'autre que lorsque la crémaillère a déjà parcouru une partie de sa course. Ce disque porte en effet un ergot contre lequel vient s'appuyer l'un ou l'autre des deux ergots implantés dans la face latérale d'une roue dentée commandée par la crémaillère.

Le débit de l'exploseur dans la ligne extérieure n'est donc possible que lorsque la crémaillère est enfoncée des trois quarts de sa course totale c'est-à-dire lorsque la vitesse de l'induit est déjà à peu près constante.

Lors du retrait de la crémaillère immédiatement après un tir, le disque D n'est remis en rotation et le court-circuit entre les deux bornes de l'exploseur n'est supprimé qu'après un parcours de la crémaillère correspondant aux deux cinquièmes de sa course.

A ce moment, la force vive de l'induit est amortie et il n'y a pas risque de lancer un second courant dans la ligne.

D'après le constructeur, l'exploseur peut faire sauter 50 amorces dans un circuit d'une résistance maximum de 260 ohms.

Sécurité d'emploi en présence d'une atmosphère grisouteuse.

L'appareil se trouve dans une enveloppe analogue à celle décrite à la page 135 du Rapport annuel sur les travaux de 1934, à propos de l'exploseur-type Z.E.B./A.50 sans relai magnétique.

Puissance de l'exploseur.

Nous avons procédé également à des enregistrements oscillographiques du débit dans des résistances métalliques. Nous avons utilisé à cette fin deux opérateurs, désignés ci-après A et B, et auxquels il avait été recommandé d'actionner d'abord l'exploseur avec le maximum d'énergie, puis de le manœuvrer d'une façon moins vive.

La figure 13 représente un des enregistrements du débit.

Les constatations résultant de l'examen des oscillogrammes sont indiquées dans le tableau ci-après.

No de l'essai	No du film	Opérateur et énergie de la manœuvre	Résistance en ohms	Vitesse de l'induit en tours/seconde	Durée du passage du courant	Intensité d au début	u débit en après 10 ms.	
1		A uvre énerg.		81,5	21,2	1,28	1,28	1,20
2		A noins énerg		78,0	21,0	1,23	1,15	1,15
3		A uvre énerg.		77,6	22,8	1,18	1,16	1,04
4	id.	A noins énerg	id.	71,0	28,2	1,06	0,91	0,64
5	-	B uvre énerg.		80,0	25,0	1,25	1,01	0,925
6		B noins énerg		75,0	17,0	1,16	0,942	0,61
7	583 manœ	A uvre énerg.		77,0	20,2	1,09	1,03	0,975
8		A noins énerg		68,4	29,5	0,94	0.81	0,64
9		B uvre énerg.		86,2	25,6	1,195	1,18	1,13
10	id. man. n	B noins énerg		pas	de coura	nt enregis		

Pour un même essai, on constate ici des variations de l'intensité du débit beaucoup plus grandes que celles enregistrées avec l'exploseur Z.E.B.F. Ceci montre la supériorité des exploseurs actionnés par ressort, remarquables par la constance de l'intensité et de la durée du passage du courant.

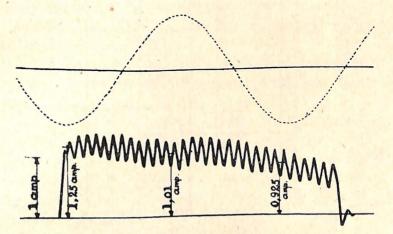


Fig. 13. — Film 580. Essai 5. — Résistance 270 ohms.

On voit également comment ces deux caractéristiques sont influencées par l'énergie de la manœuvre, lorsqu'il s'agit d'un exploseur actionné à la main.

En prenant comme abscisse la vitesse de rotation de l'induit et comme ordonnée l'intensité moyenne au cours des dix premiers millisecondes, nous avons dressé le graphique figure 14.

En adoptant comme vitesse normale de l'induit celle de 75 tours/seconde que peut réaliser un opérateur soigneux, on voit que l'exploseur peut fournir pendant 10 ms. un débit de 1 ampère dans un circuit d'une résistance maximum de 287 ohms.

Cet appareil répond donc aux conditions d'emploi indiquées par le constructeur.

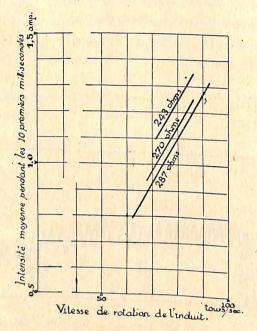


Fig. 14. — Courbe de débit de l'exploseur Z.E.B./A.50 avec relai électromagnétique.

C. — CAUSES DE DEPERDITION POSSIBLES DANS LE CIRCUIT DE TIR

Nous avons étudié d'abord les dérivations possibles dans le circuit des détonateurs, qui comprend, outre de nombreuses connexions, le contact éventuel avec des roches et un bourrage qui peuvent être humides.

Nous avons déterminé ensuite les fuites qui peuvent se produire dans la ligne proprement dite avec les conducteurs couramment utilisés, en mettant en lumière l'action de l'humidité sur les boisages servant de support aux lignes à fil nu. Chemin faisant, nous avons examiné si la capacité d'une ligne de tir normale pouvait, en se déchargeant, entraîner la mise à feu d'une amorce.

1. — Déperditions de courant possibles dans les circuits de détonateurs.

Les déperditions de courant dans la partie du circuit de tir comportant les détonateurs — que nous supposons connectés en série — ne peuvent se produire évidemment qu'en terrains humides.

Les terrains secs doivent être considérés pratiquement comme isolants, étant donné les tensions relativement faibles mises en jeu.

Lorsque les roches sont humides, des dérivations de courant peuvent s'amorcer dans la partie des conducteurs noyés dans le bourrage. Ces courants traversent donc l'isolant; îls s'établissent entre les deux conducteurs d'un même détonateur ou bien entre deux conducteurs appartenant à des détonateurs distincts.

Dans le premier cas, ils circulent uniquement dans le bourrage. Dans le second cas, ils se répandent dans le massif même comme nous le schématisons par les flèches « a » à la figure 15.

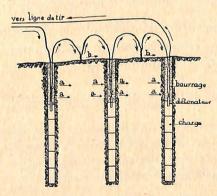


Fig. 15. — Etude des dispositions dans un circuit des détonateurs.

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

Enfin, lorsque les connexions des fils dénudés touchent la paroi découverte de la roche, des courants de fuite peuvent s'établir suivant la surface même du terrain, comme indiqué par les flèches « b » dans la même figure.

Ces dérivations parasites sont conditionnées par les différences de tension entre leurs points de départ et d'arrivée; leur importance dépend donc de la résistance de la partie du circuit de tir comprise entre ces deux points et du courant qui y circule.

Recherches préliminaires. — Le but de ces recherches était de voir le mode de répartition des courants parasites le long du circuit des détonateurs.

Nous avons utilisé à cette fin des détonateurs sans poudre d'amorce, ni charge fulminante, ne comportant donc qu'un tube de cuivre dans lequel était sertie une tête d'inflammateur avec fil de platine.

La longueur des conducteurs était de 1^m10. Pour empêcher l'accès de l'humidité à l'intérieur même du tube de cuivre, on avait plongé celui-ci entièrement dans un bain de paraffine liquide, de manière à recouvrir le métal et la tête d'amorce d'une pellicule isolante.

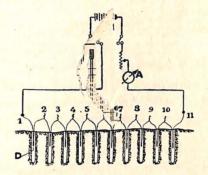
Nous avons utilisé 10 détonateurs de ce genre groupés en série, dans lesquels nous avons fait passer le courant d'une batterie d'accumulateurs.

Nous avons procédé ainsi aux expériences suivantes :

Première expérience: Les détonateurs sont introduits dans des tubes métalliques de 50 centimètres de longueur, fermés à un bout et enfoncés verticalement à 10 centimètres l'un de l'autre dans la terre arable et humide (voir schéma de la fig. 16).

Les tubes sont remplis d'eau saturée de sel de cuisine et la

terre avoisinant les tubes est arrosée avec la même solution. Les détonateurs sont disposés environ à mi-hauteur des tubes.



B = batterie d'accumulateurs.

R = résistance de réglage.

A = ampèremètre.

L'ampèremètre A sert de contrôle; avec la résistance R, on peut ainsi maintenir dans le circuit un courant constant pendant toute l'expérience.

Nous mesurons alors successivement avec un second ampèremètre, le débit passant par les ligatures 1 et 6.

	Débit en	amp.	Courant de perte Diff. entre les débits
	en 1.	en 6.	en 1 et en 6.
Immédiatem. après l'intro- duction des détona-		914	
teurs dans les tubes .	0,072	0,072	0
	0,19	0,19	0
Deux heures plus tard .	0,092	0,092	0
	0,210	0,209	0,001
La perte de débit est donc	négligeabl	e.	

Deuxième expérience : Nous créons ensuite des défauts dans la partie immergée du circuit.

Sur un des conducteurs de chaque détonateur, nous enlevons l'isolant sur 1 centimètre de longueur, à 5 centimètres du sertissage.

Les détonateurs sont ensuite introduits de nouveau dans les tubes comme précédemment.

La mesure des débits passant par les ligatures 1, 3 et 6 donne les résultats suivants:

ts: 1 0,207 amp. 3 0 ,202 amp.

6 . . . 0s, 201 amp.

On voit que la différence axin rum entre les débits n'est que 0,208 — 0,201 = 0,007 ar.; d'elle est supérieure cependant à celle constatée lorsque l'isolegaent des conducteurs était intact.

Troisième expérience: Nous recommençons la deuxième expérience, mais en disposant les tubes métalliques d'une autre façon.

Neuf tubes sont enfoncés dans le sol suivant un cercle de 25 centimètres de rayon et un autre au centre même de ce cercle (voir fig. 17).

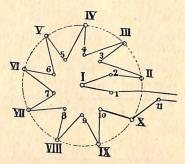


Fig. 17. — Disposition circulaire d'un circuit de détonateurs.

Les conducteurs étant dénudés, comme il est indiqué pour l'expérience précédente, nous mesurons le débit passant par les ligatures.

6 8			Prem mes 0,398 0,388 0,35 0,36 0,37	amp. amp.	Deux mes 0,49 0,458	ure amp.
11	٠		0,398		0,49	amp.

Quatrième expérience: Les conducteurs pourvus de leur isolement normal et sans défaut, sont enfoncés sur une longueur de 40 centimètres dans du sable humide comme il est indiqué au schéma de la figure 18.

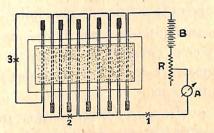


Fig. 18. — Autre disposition d'un circuit de détonateurs.

Le sable renferme 12 % d'eau saturée de sel; il remplit complètement une auge en béton dont les dimensions intérieures sont : longueur: 1,04 m.; largeur: 0,33 m.; hauteur: 0,14 m.

Pour un courant total constant (lecture à l'ampèremètre A), nous mesurons à l'aide d'un second ampèremètre, le courant passant par les ligatures 1, 2, 3.

a) une heure après la mise en place des conducteurs dans le sable:

Débit	en	1			0,35	amp.
						amp.
		3			0,35	amp.

b) vingt-quatre heures plus tard:

Débit e	n 1			0,35	amp
				0,34	
	3			0,331	amp

Les expériences que nous venons de décrire n'ont évidenment qu'une valeur qualitative.

Pour pouvoir effectuer les lectures à l'ampèremètre, nous devions en effet maintenir le débit pendant une certaine durée, mais à une valeur assez réduite, sinon il y avait rupture du circuit par fusion du fil de platine des amorces.

L'examen des résultats obtenus montre cependant que la perte de courant augmente lorsqu'on s'écarte des ligatures de jonction avec la ligne d'alimentation. Ce sont toujours les détonateurs voisins du centre du circuit qui reçoivent le courant le plus faible.

La différence entre le courant fourni par la ligne d'alimentation et celui circulant dans la partie centrale de la série de détonateurs donne la mesure des pertes de courant par les terrains.

Dans les expériences suivantes, nous utiliserons des détonateurs normaux avec des intensités du même ordre que celles mises en œuvre dans les circuits de tir.

La mesure des courants ne pourra se faire évidemment qu'à l'aide de l'oscillographe.

Nous avons voulu avant tout rechercher l'ordre de grandeur des courants de fuite.

Il ne nous était pas possible en effet de procéder à des mesures directes de déperditions dans des circuits de tir réels car l'installation d'un oscillographe dans des travaux souterrains non spécialement aménagés est matériellement irréalisable.

Nous nous sommes efforcés cependant d'obtenir des conditions expérimentales se rapprochant le plus possible de la pratique.

Dans ce qui suit, nous étudierons donc successivement les pertes de courant dans la partie isolée des conducteurs, ensuite les pertes par les connexions.

Déperditions par la partie isolée des fils de détonateurs.

Rappelons d'abord que le courant est amené aux extrémités du pont de l'amorce par deux conducteurs en cuivre isolés généralement par deux guipages de coton. Ces guipages forment deux couches superposées dont les fils sont enroulés en sens inverse.

Dans certains détonateurs, ces deux couches sont imprégnées d'asphalte; dans d'autres, la couche extérieure seule a subi ce traitement. Ces conditions d'isolement sont celles auxquelles satisfont les détonateurs utilisés couramment en Belgique.

Pour le minage sous l'eau, on emploie parfois des détonateurs dont les conducteurs sont protégés par des gaines de caoutchouc. D'autre part, pour certains usages, on emploie rarement des fils isolés à la masse M.P. (chlorure de vinyle). Nous laisserons ces cas spéciaux de côté et nous nous occuperons uniquement des détonateurs pourvus de conducteurs guipés au coton.

Nous avons utilisé un terrain fictif, tel qu'il est décrit plus haut : auge en béton remplie de sable gras gorgé d'eau salée.

Les appareils se présentaient donc comme il est indiqué dans la figure 19.

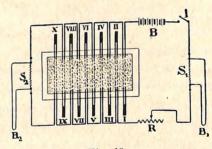


Fig. 19.

B = batterie d'accumulateurs.

B1 et B2 = boucles de l'oscillographe.

S¹ et S² = shunts réduisant les courants passant par les boucles de l'oscillographe.

I = interrupteur de mise à feu.

R = résistance de réglage.

I, II, IIIX.: détonateurs.

Les détonateurs au nombre de dix sont groupés en série. Leurs conducteurs orientés parallèlement sont enfouis sur une longueur de 40 cm. dans le sable.

On remarquera que cette disposition réalise entre les conducteurs de deux détonateurs voisins la différence maximum de tension, c'est-à-dire la condition la plus favorable aux dérivations de courant.

A l'oscillographe, on enregistre donc par la bouche B₁, le courant total fourni par la source et la la boucle B₂, le courant partiel qui circule dans la partie centrale du circuit.

Une troisième boucle relève la tension sinusoïdale du réseau qui sert d'échelle du temps.

La figure 20 représente un de ces enregistrements.

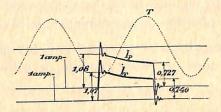


Fig. 20. Film 648. — Essai 1.

Sur l'oscillogramme, on remarque d'abord des traits horizontaux qui sont, de haut en bas, respectivement l'axe de la sinusoïde du réseau, la ligne de valeur nulle du courant partiel (courant circulant dans la partie centrale du circuit), la ligne de valeur nulle du courant total fourni par la source.

Les courbes I_T , I_p et T représentent respectivement le courant total, le courant partiel et la tension du réseau.

On constate que les deux courants diminuent dans le temps; c'est un effet de l'augmentation de la résistance ohmique du pont de l'amorce, augmentation due à l'échauffement résultant du passage du courant.

Nous avons noté sur cet oscillogramme, les intensités initiales et finales des deux courants total et partiel ainsi que leur durée. Une remarque concernant la précision des résultats. Nous ne pouvons mesurer les ordonnées des courbes de courant qu'au quart de millimètre près. L'erreur maximum commise dans l'établissement du courant dérivé (différence des courants total et partiel) est donc de 1/2 mm, soit à l'échelle des courants 0,03 ampère environ.

Dans certains oscillogrammes (le cas se présente pour celui de la figure 20) nous avons trouvé pour les courants total et partiel, des intensités différant de 0,01 ampère seulement.

La raison en est que ces deux intensités ont été mesurées à l'aide d'échelles différentes établies d'ailleurs par un étalonnage préalable.

Nous avons expérimenté deux catégories de détonateurs que nous désignerons, ainsi que nous l'avons fait dans nos recherches antérieures, par les lettres A et C (on trouvera la description et les courbes d'inflammation de ces détonateurs aux pages 59 à 91 du tome XXXV — 1934 — des Annales des Mines de Belgique.

Ces deux fabrications diffèrent du tout au tout.

Dans les détonateurs A — fil de platine long : 4 mm — la résistance ohmique augmente considérablement avec le passage du courant dans le fil d'amorce. Dans les détonateurs C au contraire — fil de platine court : 1 mm. — elle ne varie guère.

De plus, les premières amorces à charge assez forte de poudre pulvérulente, ont, à intensité de courant égale, des temps d'explosion au moins quatre fois aussi grands que ceux des détonateurs C (amorce à charge faible de poudre comprimée).

Enfin, les conducteurs et leur isolement répondent aux caractéristiques reprises dans le tableau ci-après.

	Détonateur A.	Détonateur C.
Diamètre du conducteur . Composition de l'isolant Diamètre extérieur de l'isolant	o,55 mm. deux couches de coton; la couche extér. seulement est imprégnée d'asphalte. 1 à 1,1 mm.	0,55 mm. deux couches de coton imprégnées toutes les deux d'asphalte. 0,9 à 1 mm.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

Nous donnons dans le tableau suivant les résultats des mesures effectuées sur les enregistrements réalisés avec les deux catégories de détonateurs.

	b deax	oaregor	105 00 0					
du	Nº de 'essai.	(Courar	ı t		Courar	en amp. n t dérivé.	du débi
		Déto	nateurs	A (1,45	à 1,50	ohm).		
Les	conduct		séjourné afermant				sable hur	nide
	2	1,033 eurs ont	1,030	o,003 pendant	0,732 6 heures	0,727 dans le	0,013 0,005 sable hun	10,3
635	3	0,983	0,952	0,031	0,737	0,690	0,047	14,7
			onateurs	1 1 2 1		The state of the s		
		rei	nfermant	11,7 %	d eau sa	ılée.	sable hun	
Les	conducte	urs ont rei	séjourne nfermant	14,5 %	3 heures d'eau sa	dans le lée.	0,005 sable hun	nide
632 Les	conducte	urs ont re	sejourne enfermant	8,1 %	6 heures d'eau sale	dans le ée.	0,02 7 sable hum	6,70 1ide
637	6	0,974	0,940	0,034	0,904	0,899	0,005	7,00

Aucun de ces essais n'a donné lieu à des ratés.

L'examen de ce tableau montre que si la durée s'écoulant entre la mise en place des conducteurs dans le sable humide et le tir est de 1 h. 30, la valeur des courants dérivés est du même ordre que l'erreur qu'on peut faire dans la mesure de leur intensité.

Dans ce cas, la perte de courant est insignifiante. Cette perte est un peu plus grande, mais elle est encore bien faible lorsque le séjour des conducteurs dans le sable est prolongé jusqu'à 3 ou 6 heures.

Pour les six essais figurant dans le tableau qui va suivre, nous avons encore aggravé les conditions d'expériences.

N° du film.	Nº de l'essai.	(Courar	ı t		tés finales C o u r a r partiel.	ı t	du débit
Détonateurs A.								
634	0.1	1,018	0,872	0,146	0,754	0,633	0,121	11,48
Détonateurs C.								
633	2	1,080	0,985	0,095	1,018	0,944	0,074	6,6
Détonateurs A.								
652	3	1,069	1,030	0,039	0,774	0,758	0,016	17,9
			Dét	onateur	s C.			
650	4	1,035	1,018	0,017	0,965	0,965	0,000	4,5
Détonateurs A.								
654	5	1,103	1,090	0,013	0,785	0,785	0,000	17,0
Détonateurs C.								
653	6	1,082	1,079	0,003	1,034	1,030	0,004	4,1

Les essais 1 et 2 sont analogues aux précédents, sauf qu'il existe un défaut sur un des conducteurs de chaque détonateur et cela à mi-longueur de la partie enfouie dans le sable.

L'isolant était enlevé sur 20 m/m de longueur pour l'essai 1 et sur 10 m/m pour l'essai 2.

Enfin, le sable humide était remplacé par de l'eau pure (eau du réseau de distribution) pour les essais 3 et 4, par de l'eau saturée de sel de cuisine pour les essais 5 et 6.

Pour ces quatre essais, les conducteurs ont séjourné dans l'eau 1 h. 15 environ avant le tir.

Aucun des essais n'a donné lieu à des ratés.

Les essais avec isolement avarié sont ceux qui ont donné lieu aux déperditions les plus élevées, environ 0,1 ampère, supérieures par conséquent à l'erreur affectant les mesures effectuées sur les oscillogrammes.

Cependant, lorsque le débit de l'exploseur dans le circuit de détonateurs (courant total) est de 1 ampère au moins, cette déperdition est sans importance au point de vue de l'issue du tir.

Les pertes résultant de l'immersion des conducteurs dans l'eau salée ou non sont aussi sans consequence; elles paraissent cependant plus élevées lorsque la couche extérieure de coton seule est imprégnée (détonateurs A).

Les résultats de nos mesures montrent que les courants de fuite s'amorçant à la partie des conducteurs noyée dans le bourrage sont peu importants et ne pourraient occasionner de ratés que dans le cas d'exploseurs nettement insuffisants.

Déperditions par les jonctions des fils de détonateurs.

Ces déperditions sont possibles lorsque les connexions entre les différents détonateurs de la série reposent sur le sol (ou la roche) humide.

Nous avons recherché leur ordre de grandeur en utilisant également l'auge en béton remplie de sable gorgé d'eau salée.

Les connexions étaient réalisées par 6 torsions complètes des extrémités dénudées des conducteurs.

Pour obtenir des contacts francs, nous avons enfoncé les connexions de 7 centimètres dans le sable humide.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, le rapprochement de deux points du circuit entre lesquels il existe une différence de tension électrique favorise l'amorçage des courants de fuite.

Dans la pratique, la disposition relative des connexions peut varier à l'infini.

Au cours de ces recherches, nous nous en sommes tenus à celles qui paraissaient les plus favorables aux déperditons.

A l'aide de l'oscillographe, nous avons enregistré comme précédemment, le courant total fourni par la source (batterie d'accumulateurs) le courant partiel (courant passant par la partie centrale du circuit) et la tension du réseau.

Nous indiquons ci-après les résultats obtenus pour différentes positions des connexions, que nous désignerons, pour plus de facilité, par les chiffres I, II, III, IV.

Les oscillogrammes sont analogues à celui de la figure 20.

Disposition I (figure 21).

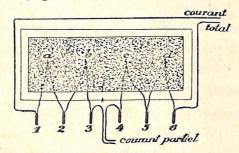


Fig. 21. — Etude des pertes possibles par les connexions.

6 détonateurs 1, 2...... 6. 4 connexions a, b, c, d, enfoncées dans le sable et distantes de 20 centimètres.

La résistance ohmique de la partie du circuit comprise entre les connexions b et c est égale à la résistance de deux détonateurs augmentée de la résistance du circuit retournant vers l'oscillographe (1,49 ohms).

N° du film.	Nº de l'essai.		Courai	es en amp. nt dérivé.	San a	tés finales C o u r a r partiel.	ı t	Durée du débit en ms.
		Détoi	nateurs	A de l,	15 à 1,2	0 ohm:	MY e	Table by
533	1	0,729	0,700	0,029	0,629	0,605	0,024	36,1
		Détor	nateurs	A de l	45 à 1,5	0 ohm.		
527	2	0,995	0,824	0,171	0,780	0,621	0,159	32,2
526	3	1,310	1,055	0,255	0,928	0,760	0,168	18,9
		Déto	nateurs	C de l	,8 à 1,9	ohm.		
529	4	0,795	0,730	0,065.	0,762	0,684	0,078	6,7
530	5	0,945		0,060	0,861	0,791	0,070	8,25
534	6	0,976	0,918	0,058	0,912	0,870	0,042	6,7

Pour tous ces essais, la teneur en eau du sable était de 15,8 %. L'essai I seul a donné un raté; le détonateur 3 n'a pas explosé. Ce détonateur a reçu un courant dont l'intensité a diminué progressivement en 36,1 millisecondes, de 0,7 à 0,605 ampère.

L'examen des courbes d'inflammation des détonateurs A (voir p. 87 du Tome XXXV, 1934, des Annales des Mines) montre que pour de telles intensités, un raté est possible.

Disposition II (figure 22).

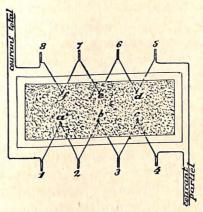


Fig. 22. — Autre disposition des connexions.

8 détonateurs 1, 2, 8.

6 connexions a, b, c, d, e, f, enfoncées dans le sable humide, à 25 centimètres l'une de l'autre sur deux lignes distantes de 20 centimètres.

Résistance ohmique de la partie du circuit comprise entre les ligatures c et d=résistance de 2 détonateurs+1,49 ohm.

N° du film.	Nº de l'essai.	Intensités initiales en amp. Intensités finales en amp. Courant Courant total. partiel. dérivé. total. partiel. dérivé.	du débit
		Détonateurs A de 1.45 à 1.50 ohm.	
528	1	1,110 0,870 0,240 0,812 0,590 0,222	29,7
520		Détonateurs C de 1.8 à 1.9 ohm.	
531	2	0,845 0,700 0,145 0,762 0,637 0,125	7.4
33		Détonateurs A de 1.50 à 1.55 ohm.	
E 47	5	0,966 0,880 0,086 0,660 0,576 0,084	16,1
543		Détonateurs C de 1.7 à 1.8 ohm.	
544	4	0,984 0,881 0,103 0,881 0,796 0,085	7,2

L'essai nº 1 seul a donné un raté; les détonateurs 4 et 6 n'ont pas sauté. Ceci s'explique par l'examen des courbes d'inflammation de ces détonateurs.

Lors de l'essai 3, tous les détonateurs ont sauté alors que le courant partiel était à peu près le même pour l'essai 1.

Par hasard, le circuit ne comportait probablement que des détonateurs de même sensibilité.

Dans les dispositions I et II, la résistance ohmique comprise entre les connexions disposées symétriquement de part et d'autre du centre du circuit (connexions b et c pour la disposition I. connexions c et d pour la disposition II) était égale à deux fois la résistance d'un détonateur plus la résistance du circuit allant vers la boucle de l'oscillographe (1,49 ohm).

Au point de vue de la répartition des tensions dans le circuit. les conditions expérimentales correspondent sensiblement à un tir réel dans lequel trois détonateurs seraient disposés entre les connexions désignées ci-dessus, ce qui augmente l'importance du courant de fuite à cet endroit.

Pour les deux dispositions suivantes, nous avons modifié notre installation de telle sorte que la résistance ohmique comprise entre les deux mêmes connexions, soit sensiblement équivalente à la résistance d'un détonateur.

Disposition III (figure 23).

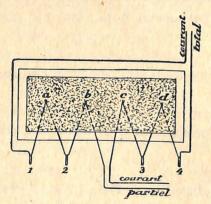


Fig. 23. - Troisième variante des connexions.

4 détonateurs 1, 2, 3 et 4.

N° du film.	N° de l'essai.		Couran	t	(tés finales C o u r a n partiel.	t	du débit
Détonateurs A de 1,55 à 1,60 ohm.								
535	1	1,015	0,985	0,030	0,745	0,729	0,016	12,1
		Déte	nateurs	C de l	,8 à 1,9	ohm.		
542	2	1,000	0,950	0,050	0,932	0,900	0,032	6,5

Pour ces essais, la teneur en eau du sable était de 11.8 %. Tous les détonateurs ont sauté.

Disposition IV (figure 24).

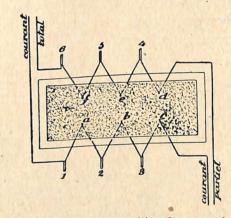


Fig. 24. — Quatrième disposition des connexions.

6 détonateurs 1, 2, 3, 6. 6 connexions a, b, c, d, e, f, enfoncées dans le sable humide à 25 centimètres l'une de l'autre en deux lignes distantes de 20 centimètres.

Résistance ohmique entre les ligatures c et d = 1,71 ohm.

N° du film.	N° de . l'essai.	(ouran	t		és finales Courar partiel.	t	Durée du débit en ms.
	in this part				5 à 1,55			
538	1				0,712		0,052	12,5
33		Déto	nateurs	C de l	,8 à 1,9	ohm.		
541	2	1,000	0,949	0,051	0,900	0,848	0,052	6,5

⁴ connexions enfoncées dans le sable à 20 cm. l'une de l'autre. Résistance ohmique du circuit entre les connexions b et c = 1.71 ohm.

La teneur en eau du sable est de 11,76 %. Tous les détonateurs de la série ont sauté.

Comme on peut en juger, les courants de fuite s'amorçant aux connexions peuvent devenir importants, lorsque les contacts avec le terrain sont franchement établis (1).

Les deux dispositions I et II sont celles qui ont donné les pertes de courant les plus élevées.

Il faut en rechercher la raison dans le fait que ces deux schémas conduisent aux différences de tension les plus élevées entre les connexions disposées symétriquement par rapport au centre du circuit.

On remarquera que, pour la plupart de nos expériences, le courant dérivé est plus élevé au début du passage du courant qu'à la fin.

La fuite de courant diminue donc au fur et à mesure que progressent les phénomènes d'inflammation dans l'amorce.

A priori, il semble que l'inverse devrait plutôt se produire, puisque la résistance du circuit augmente avec le passage du courant, amplifiant ainsi les différences de tension qui engendrent les courants de fuite.

Mais il ne faut pas perdre de vue qu'au contact des connexions, il se produit un phénomène d'électrolyse et, par conséquent, une oxydation qui oppose une résistance supplémentaire au passage des fuites.

Nos expériences montrent qu'il convient d'éviter autant que possible le contact des connexions avec les ter-

rains humides. On réalise la chose soit en rassemblant en forme de pelote la portion restée libre des conducteurs, ce qui écarte les connexions du massif, soit en couvrant les ligatures d'une gaine de caoutchouc.

L'efficacité de ces mesures sera encore augmentée, si on prend soin d'éloigner l'une de l'autre les ligatures entre lesquelles sont compris plusieurs détonateurs groupés en série.

2. — Les déperditions dans les lignes.

La transmission du courant entre la source et le circuit de détonateurs se fait de façons diverses suivant la distance à franchir.

Lorsque celle-ci est faible, quelques dizaines de mètres par exemple, on utilise généralement du fil souple composé de 2 conducteurs isolés et torsadés.

Ce fil est déroulé immédiatement avant le tir et installé sans précaution spéciale sur le sol ou suspendu par des ligatures de fortune au soutènement.

En Belgique, le type le plus employé comporte deux conducteurs de cuivre de 0,8 m/m de diamètre, dont chacun est protégé par une gaine de caoutchouc entourée d'un tressage de coton imprégné d'asphalte. Le diamètre extérieur du fil isolé est de 2,2 à 2,4 m/m. La résistance ohmique de ce fil est de l'ordre de 7 ohms pour 100 mètres de ligne double (200 mètres de conducteur).

Par suite de la nature des matériaux entrant dans la composition de l'isolement, ce fil ne peut donner lieu à des déperditions de courant pourvu qu'on prenne soin d'éviter le contact des ligatures avec des objets métalliques ou avec les terrains ou les bois humides.

⁽¹⁾ MM. Tafanel, Dautriche, Durr et Perrin dans leur Note sur le tir électrique (voir Annales des Mines de France, 1er et 2e trimestres 1919) ont étudié l'influence des courants dérivés s'établissant entre les connexions par suite de l'humidité des terrains.

Ces expérimentateurs sont arrivés à la conclusion que les eaux souterraines ne sont en général pas assez conductrices pour favoriser des dérivations capables de causer des ratés. Nos essais sont un peu draconiens par la teneur en chlorure de sodium que nous avons adoptée.

Nous en avons fait la vérification à l'aide d'une ligne de 1100 mètres de longueur, d'une résistance totale de 72,45 ohms. Cette ligne était suspendue à 1^m80 du sol, par les procédés les plus divers : à certains endroits, elle était tournée autour de piquets métalliques, à d'autres elle était supportée par des clous enfoncés soit dans des murs, soit dans des bois, ou des arbres.

A l'une des extrémités de la ligne, les deux conducteurs étaient libres; à l'autre, ils étaient connectés à une batterie de 80 volts.

A l'aide d'un ampèremètre inséré entre la batterie et la ligne, nous avons constaté l'existence, par temps de brouillard, d'une déperdition de 5 milliampères à travers l'isolant.

En utilisant en plus un second ampèremètre et une résistance de réglage, nous avons réalisé le schéma figure 25.

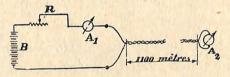


Fig. 25.

B = batterie.

R = résistance de réglage.

 A^1 et A^2 = ampèremètres.

A l'aide de la résistance, nous avons fait varier l'intensité du courant circulant dans la ligne.

La différence entre les indications des deux ampèremètres, différence représentant la déperdition à travers l'isolant, est constamment égale à 5 milliampères pour des débits de la batterie compris entre 0,1 et 1,1 ampère.

Effets de la capacité d'une ligne de tir.

Nous interromprons ici l'exposé de nos recherches sur les déperditions de courant pour relater des expériences sur les effets de la capacité de notre ligne d'essai.

Lorsque l'extrémité des conducteurs sont libres et que les conditions hygrométriques de l'atmosphère ambiante sont favorables, la ligne forme un condensateur puisqu'elle comporte deux éléments conducteurs séparés par un isolant.

On peut se demander si la décharge de ce condensateur est capable ou non de provoquer une mise à feu inopinée lorsqu'on rattache les extrémités de la ligne au circuit de détonateurs.

Notons d'abord que la mise en charge de la ligne est possible avec certains exploseurs mais pas avec tous.

Ces appareils sont pourvus, en effet, d'un dispositif de limitation de courant dont l'efficacité est basée sur l'un ou l'autre des principes suivants :

Ou bien le débit dans la ligne est suspendu à la fin de la manœuvre par une mise en court-circuit des deux bornes, ou bien le débit dans la ligne n'est que passager grâce à un jeu de contacts qui laissent l'une des bornes parfaitement isolée lorsque la manœuvre est terminée.

Dans le second cas seulement, il peut exister une charge sur la ligne.

Il suffit que le boutefeu ait actionné son exploseur alors qu'il était connecté par ses deux bornes à l'une des extrémités de la ligne, l'autre extrémité étant libre et parfaitement isolée : la ligne peut se charger comme un condensateur; en insérant un détonateur à l'extrémité libre, le courant de décharge ne pourrait-il provoquer l'explosion de l'amorce?

Nous avons, avant tout, amélioré l'installation en utilisant comme supports des isolateurs en porcelaine.

Par temps sec, l'isolement était parfait. On pouvait en effet connecter la ligne pendant quelques secondes aux bornes d'un condensateur chargé, sans qu'il y ait décharge de celui-ci.

Par temps humide, il y avait décharge immédiate du condensateur.

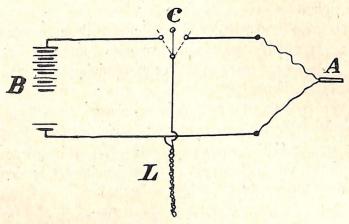


Fig. 26. — Recherche sur la capacité d'une ligne de tir.

C = commutateur.

B = ligne isolée de 1.100 m. de longueur.

A = amorce.

Nous avons réalisé alors le schéma figure 26.

La tension de la batterie était de 600 volts; elle était donc nettement supérieure à celle d'un fort exploseur.

Le commutateur c permettait de charger d'abord la ligne (position gauche), puis de la décharger dans l'amorce (position droite). Nous avons ainsi envoyé une demi-douzaine de décharges dans l'amorce, sans pouvoir l'enflammer.

En remplaçant la ligne par un condensateur de 0,1 mi-

crofarad et en réduisant la tension appliquée à 380 volts, l'amorce sautait immédiatement.

On notera que la capacité de notre ligne était de beaucoup supérieure à celle formée par deux conducteurs nus supportés par des isolateurs et placés à une certaine distance l'un de l'autre.

On peut donc conclure qu'il est impossible de faire sauter un détonateur par la décharge d'une ligne de tir normale même très longue.

Cette conclusion ne serait peut-être plus vraie, si on utilisait pour la mise à feu un câble armé analogue à ceux employés pour la distribution de force motrice. Ces câbles présentent à la fois une forte capacité et une faible résistance ohmique, deux conditions favorables pour obtenir le maximum d'énergie utile à la décharge.

Nous n'envisagerons pas leur utilisation dont il n'existe d'ailleurs, à notre connaissance, aucun exemple en Belgique.

Lignes en conducteurs nus.

Pour les très longues lignes de tir atteignant par exemple plusieurs centaines de mètres, on emploie parfois des conducteurs nus en fer fixés par des clous au boisage ou, plus rarement, portés par des isolateurs.

Cette ligne part de l'endroit où se fait la mise à feu et s'arrête à quelque dix mètres des fourneaux. On la prolonge immédiatement avant le tir par des conducteurs généralement isolés et souvent torsadés.

La ligne en conducteurs nus présente l'avantage d'un examen facile et d'une prompte remise en état lorsqu'elle est avariée. Aussi maints exploitants se sont-ils ralliés à

ce procédé, notamment dans le cas des tirs d'ébranlement.

Pour cette raison, il nous a paru intéressant de consacrer une série d'essais à la mesure des déperditions dans les bois de mine, et cela dans les conditions les plus diverses d'hygrométricité.

Expériences sur bois secs..

Nous avons réalisé une ligne fictive constituée par deux fils de fer galvanisé de 1,2 m/m de diamètre, fixés par des clous sur des bois de chêne ayant séjourné cinq ans dans un dépôt parfaitement sec.

Ces bois, d'une longueur moyenne de 70 centimètres et d'un diamètre de 15 centimètres, étaient disposés, au nombre de dix, à 50 cm l'un de l'autre sur des lattes également de bois sec.

Nous avons recherché d'abord l'ordre de grandeur des courants de fuite de la ligne en appliquant à l'une des extrémités la tension d'une génératrice à courant continu.

Les appareils étaient disposés d'après le schéma figure 27.

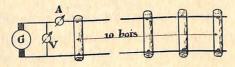


Fig. 27. — Schéma d'une ligne souterraine.

L'ampèremètre A mesurait la déperdition sous la tension fournie par la génératrice G et indiquée par le voltmètre V.

Pour une tension de 176 volts et une distance de 60 centimètres entre les fils, le courant de fuite par les bois est de ½ milliampère; ce courant atteint 1 milliampère lorsqu'on réduit à 30 cm. la distance entre les fils.

Pour rendre nos conditions d'essai tout à fait conformes à la réalité, nous avons utilisé un puissant exploseur actionné par ressort et débitant dans la ligne un courant du même ordre de grandeur que les courants de tir.

La mesure du courant fourni par l'exploseur (courant total) et du courant arrivant à l'extrémité de la ligne (courant partiel) se faisait à l'oscillographe.

La figure 28 représente la disposition adoptée pour la réalisation de ces essais.

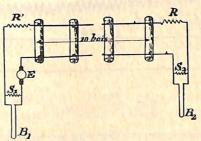


Fig. 28.

E = exploseur.

B1 = boucle de l'oscillographe mesurant le courant total.

B² = boucle de l'oscillographe mesurant le courant partiel.

S¹ et S² = shunts réduisant le courant passant par les boucles de l'oscillographe.

R et R' = résistances métalliques.

Les deux fils représentent donc un tronçon de ligne de tir dont les section aval et amont sont figurées par les résistances R etR'.

Lorsque R' = O, on obtient les conditions de tension et de déperdition correspondant dans une ligne réelle à l'origine du circuit de tir c'est-à-dire près de l'exploseur.

Lorsque R = résistance des détonateurs, on réalise les pertes affectant la région terminale du circuit, c'est-à-dire près des détonateurs.

Nous avons relevé des oscillogrammes sur lesquels nous avons mesuré à l'échelle des intensités, la valeur des courants total et partiel d'abord au début du passage du courant puis à la fin des dix premiers millisecondes.

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

La figure 29 représente un de ces oscillogrammes.

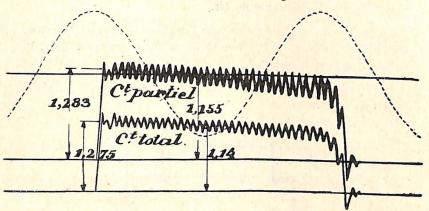


Fig. 29. Film 669. — Essai 4.

Les résultats des mesures effectuées sur les oscillogrammes sont indiqués dans le tableau suivant :

_							and the representation		
N° du film.	Nº de l'essai.	R en ohms.	en	(nsités initi Couran partiel.	t	(tés après Couran partiel.	t
			Di	stance	des fils	: 60 cm			1
674	1	34	152	1,220	1,220	-	1,103	1,110	_
	2	169	0	1,310	1,318	_	1,207	1,210	_
673	3	186	0	1,240	1,220	0,020	1,120	1,128	_
			Di	stance	des fils	: 30 cm			
669	4	152	34	1,275	1,283	_	1,140	1,155	-

Les intensités indiquées ci-dessus ont donc été établies par des mesures effectuées sur les oscillogrammes.

On constate que le courant partiel est généralement supérieur au courant total. Cette anomalie est due au fait que le premier est enregistré avec une précision plus grande que le second à cause d'une différence d'échelle. Conclusion. — La déperdition sur bois sec est donc inférieure à l'erreur affectant la valeur du courant dérivé soit 0,03 ampère.

Nous savons d'ailleurs par l'essai sous tension continue, que le courant de fuite est pour ainsi dire nul.

Expériences sur bois verts.

Nous avons procédé aux mêmes essais sur des bois identiques à ceux des expériences précédentes, sauf qu'ils provenaient du dépôt où ils avaient été débités quelques jours auparavant.

Les essais préalables sous tension continue nous ont donné les résultats figurant dans le tableau suivant :

The state of the s		and the second second second second	
Nombre de bois	Distance des fils en cm.	Tension appliquée en volts.	Courant de fuite en ampère.
6	30	109	0,06
12	30	108	0,14
6	60	108	0,05
6	бо	188	0,07
12	30	190	0,30
12	бо	182	0,18

Le courant de fuite croît lorsqu'on augmente la tension appliquée ou lorsqu'on rapproche les fils. Il est proportionnel évidemment au nombre de bois supportant la ligne.

Utilisant le même exploseur à ressort et la même disposition que pour les essais sur bois secs, nous avons procédé à deux enregitrements oscillographiques des courants de fuite dans une ligne formée de deux fils de fer galvanisé parallèles et cloués sur douze bois.

Les oscillogrammes sont analogues à celui représenté à la figure 29.

⁽¹⁾ La diminution d'intensité des courants total et partiel au cours de l'enregistrement est due à l'amortissement progressif de la vitesse de l'induit.

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

Les renseignements tirés de ces enregistrements sont indiqués dans le tableau suivant :

du	Nº de l'essai.	en	en	(nsités initi Couran partiel.	t	(tés après Couran partiel.	
					des fils			MINORA	9 09/5
655	1	172	8,5	1,500	1,080	0,420	1,355	1,015	0 225
			Dı	stance	des fils	: 60 cm	11/11/		
656	2	172	8,5	1,480	1,090	0,390	1,360	1,015	0.345

Conclusion. — Le courant de fuite atteint avec le bois vert, une valeur relativement élevée, variant de 23 à 33 % du débit de l'exploseur. Il ne varie guère avec la distance des fils.

Expériences sur bois humides.

Pour cette troisième série d'expériences, nous avons utilisé des bois présentant le maximum de conductibilité.

Ils étaient, quant aux dimensions, identiques à ceux des expériences précédentes, mais ils avaient séjourné pendant quatre jours dans de l'eau renfermant 16 % de chlorure de sodium.

Après ce traitement, nous avons constaté que l'imprégnation était superficielle seulement et que le cœur du bois était à peine humide.

Neuf bois de l'espèce ont servi de support à une ligne constituée comme les précédentes par deux fils galvanisés fixés par des clous.

L'application d'une tension continue à l'une des extrémités de la ligne a donné les résultats figurant dans le tableau suivant :

Nombre de bois	Distance des fils en cm.	Tension appliquée en volts.	Courant de fuite en ampère.
5	6o'	109	0,30
9	60	109	0,60
5	60	188	0,60
9	30	109	0,60

On voit que l'imprégnation par une eau conductrice, comme il en existe dans le fond, augmente considérablement la conductibilité du bois.

Les enregistremennts oscillographiques effectués d'après le mode opératoire indiqué ci-avant, ont conduit aux constatations figurant dans le tableau ci-après :

N° du	N° de	R	R' en	Intensités initiales. Courant			Intensités après 10 ms. Courant		
film.	l'essai.	ohms	ohms.	total.	partiel.	dérivé.	total.	partiel.	dérivé.
W.	447			5 bois	— fils à	30 cm.			
646	1	172	8,5	1,600	0,970	0,630	1,465	0,894	0,571
				9 bois	— fils à	30 cm.		5 110 %	11171
638	2	34	172	1,170	0,788	0,382	1,070	0,712	0,358
639	3	34	123	1,480	0,968	0,512	i,330	0,893	0,437
644	4	107	80	1,500	0,757	0,743	1,333	0,682	0,651
645	5	172	8,5	2,000	0,803	1,297	1,800	0,727	1,073
		4 .		9 bois	— fils à	60 cm.		America A	
641	6	107	80	1,515	0,636	0,879	1,415	0,606	0,809
642	7	172	17	2,032	0,652	1,380	1,832	0,590	1,242
643	8	172	8,5	2,170	0,727	1,443	1,930	0,655	1,275
643bi	5 9	172	8,5	2,230	0,773	1.457	1,965	0,667	1,298

Conclusion. — Les bois humides ont une conductibilité telle qu'elle crée des courants de fuite dangereux, dont l'intensité, dans certains cas, est largement supérieure à celle du courant utile.

Nos conditions expérimentales correspondent cependant à celles possibles dans des tirs réels.

ANNALES DES MINES DE BELGIOUE

Supposons, par exemple, une série de 20 détonateurs de 1,7 ohm connectés à l'extrémité d'une ligne en conducteurs nus fixés à 30 centimètres l'un de l'autre sur des cadres fort humides, ceux-ci se trouvant au nombre de 9 à proximité du front de tir.

Conformément aux constatations des essais nos 2 et 3, les courants de fuite seront respectivement de 0,382 et de 0,512 ampère pour des courants utiles de 0,788 et 0,968 ampère.

Soit maintenant le cas d'un tir d'ébranlement comportant 50 détonateurs à 1,7 ohm, connectés à des conducteurs nus d'une résistance de 10 ohms, par 100 mètres de ligne double, fixés à 30 centimètres de distance sur les cadres de boisage.

Si, à 200 mètres du front de tir, il y a 9 cadres humides, les courants de fuite seront ceux indiqués par l'essai 4. Pour un courant utile de 0,757 ampère dans la ligne, il y aura une fuite de 0,743 ampère par les bois.

Dans de telles conditions, on aura facilement des ratés malgré l'emploi d'un exploseur puissant.

C'est évidemment près de l'origine de la ligne de tir que la présence de cadres humides est la plus nuisible.

Ce cas correspond à ceux de nos essais pour lesquels la résistance R est très grande.

Pour parer aux inconvénients dus à l'humidité, il n'y a qu'un remède, c'est l'emploi de conducteurs isolés au caoutchouc.

Les contacts sur bois humides sont des causes importantes de déperdition à surveiller tout spécialement.

Ligne à conducteurs isolés et torsadés.

Reprenant le mode expérimental utilisé pour la mesure des dérivations dans les lignes à conducteurs nus, nous avons effectué la même recherche sur une ligne formée de deux conducteurs isolés au caoutchouc et torsadés, du type de celle qui nous a servi pour les essais de capacité.

Cette ligne longue de 100 mètres était fixée sur 31 bois humides disposés parallèlement sur le sol également humide.

La ligne dessinait 6 trajets aller et retour, comme indiqué au schéma de la figure 30

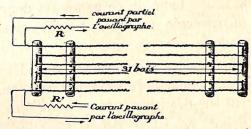


Fig. 30. — Circuit d'étude le plus favorable aux courants de fuite.

Dans chaque bois, 6 clous étaient enfoncés à 10 cm. l'un de l'autre; les deux conducteurs de la ligne étaient légèrement écartés à la rencontre des clous, de manière à embrasser ces clous.

Enfin, la ligne était restée immergée pendant dixhuit heures dans de l'eau salée à 16 % de sel.

Nous pensons avoir réalisé ainsi les conditions les plus favorables aux courants de fuite.

Les mesures à l'oscillographe nous ont donné les résultats suivants:

N° du film.	Nº de l'essai.	R en ohms.	R' en ohms.		nsités initi Ouran partiel.	t	(ités après Couran partiel.	t
683	1	99	72	1,275	1,230	0,045	1,172	1,117	0,055
680	2	171	0	1,310	1,200	0,110	1,210	1,110	0,100
681	3	161	0	1,360	1,230	0,130	1,225	1,130	0,095

En la comparant à celle figurant dans le tableau relatif aux conducteurs nus sur bois humides, on constate que l'importance des courants dérivés est fortement réduite par l'emploi de conducteurs sous caoutchouc, surtout si on tient compte de la longueur des lignes d'essai (10 mètres environ pour les conducteurs nus, 100 m. pour les conducteurs sous caoutchouc).

L'emploi d'une ligne de ce genre est donc tout indiqué pour la traversée des passes humides dans les tirs à grande distance.

On réduira encore l'importance des dérivations en utilisant deux conducteurs isolés et fixés au maximum d'écartement sur des isolateurs en porcelaine.

Evidemment, on perd tout le bénéfice de l'emploi d'une ligne isolée, lorsque l'isolant est avarié et que le conducteur touche directement des bois humides.

Voici trois cas d'avarie pour lesquels nous avons recherché les courants de fuite :

1er cas: un des conducteurs mis localement à nu, touche directement un clou enfoncé dans un boisage humide. L'autre conducteur parfaitement isolé est enroulé autour du même clou.

2º cas: Les deux conducteurs mis à nu sur 20 millimètres, touchent deux clous enfoncés à 30 centimètres de distance dans un boisage humide. cas: Les deux conducteurs, parfaitement isolés, sont enroulés autour d'un clou enfoncé dans un bois humide. À 7 centimètres du clou, les deux conducteurs sont mis à nu sur 20 millimètres, mais les sections dénudées sont écartées pour qu'il n'y ait pas contact direct entre elles.

Les essais ont été faits avec la ligne imprégnée d'humi dité comme il est indiqué ci-dessus.

Nous avons trouvé les résultats suivants :

	R en	R' en		Intensités initiales. Courant			és après ouran	
	ohms.	ohms.	total.	partiel.	dérivé.	total.	partiel.	dérivé.
1 er cas .	171	0	1,310	1,120				0,068
2 ^e cas .	171	0	1,455	1,244	0,211	1,322	1,106	0,216
3e cas .	171	0	1,310	1,305	0,005	1,200	1,180	0,020

On voit que la dérivation est importante lorsque les sections avariées touchent des objets métalliques en contact avec des bois humides.

Résumé et conclusions générales sur les pertes en ligne.

Résumons ce qui a été dit concernant les dérivations de courant dans les circuits de tir.

1. — Pertes dans le circuit des amorces :

Les pertes par l'isolant protégeant les fils des détonateurs sont insignifiantes, même dans les conditions d'expérimentation les plus sévères.

Les dérivations par les connexions sont plus importantes.

Dans les cas les plus défavorables, elles ont atteint 0,25 ampère, alors que le courant débité par la source était supérieur à 1 ampère.

Dans un cas de l'espèce, on peut encore avoir des ratés de détonation malgré l'emploi d'un bon exploseur.

Les chances de ratés seront les plus grandes lorsque la série sera composée de détonateurs dont les courbes d'inflammation s'aplatissent rapidement en dessous de 0,8 ampère.

Les détonateurs, disposés aux extrémités du circuit, exploseront alors avant que les amorces des autres détonateurs ne soient enflammées.

Des précautions élémentaires empêchent facilement les dérivations par les connexions.

2. — Pertes dans les lignes :

Beaucoup plus importants sont les courants de fuite par les lignes en galeries humides; on pouvait le prévoir, étant donné les fortes tensions mises en jeu dès l'origine de la ligne, lorsque celle-ci est longue et qu'elle est connectée à une volée importante.

Ici, les mesures à prendre ne sont pas aussi simples, car, pour éviter des déperditions, il faut améliorer sérieusement l'isolement de la ligne par l'emploi de conducteurs sous caoutchouc portés par isolateurs.

L'utilisation de conducteurs isolés en cuivre, aura, de plus, pour effet de réduire les chutes ohmiques en ligne et, par conséquent, de diminuer les tensions nécessaires à l'origine de la ligne.

INSTITUT NATIONAL DES MINES A FRAMERIES-PATURAGES

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1935

ANNEXE II

L'Etude sur l'obtention de méthane par voie de fermentation

AVANT-PROPOS

Dans ces dernières années, d'assez nombreuses études ont traité de la transformation par voie biologique pure, ou par voies catalytique et biologique combinées de divers gaz techniques industriels :

- 1º gaz d'éclairage;
- · 2° gaz de fours à coke;
 - 3º gaz à l'eau.

Le but le plus fréquemment recherché est d'enlever l'oxyde de carbone, élément très toxique, et de le transformer en méthane en présence de l'hydrogène; l'anhydride carbonique se combine aussi avec l'hydrogène pour donner du méthane.

Il nous a paru utile de donner d'abord un bref résumé des recherches publiées, avant d'exposer nos travaux de laboratoire. Ceux-ci se sont, en effet, inspirés de celles-là. Ils ont d'ailleurs un but plus modeste, la fabrication du méthane en partant des eaux résiduaires.

Nous envisagerons cette fabrication du CH₄ par simple fermentation de boues d'égout, avec ou sans addition de solutions nutritives des ferments. Par boues d'égout, il faut entendre des boues riches en matières organiques, de provenance ménagère, recueillies dans les bouches d'égout de ville.

Nous comptons dans la suite essayer l'épuration de notre gaz d'éclairage, par voie biologique seule, puis par voies biologique et catalytique combinées, pour enlever tout l'hydrogène et le transformer en CH₄. On éliminera en même temps tout le CO.

L'absorption du CO₂ restant par la potasse donnera un gaz final très riche en CH₄.

F.V.O. — G.N.

I. RECHERCHES PUBLIEES AU SUJET DE LA FORMATION DE CH₄ A PARTIR DE CO ET H₂ A L'AIDE DE BACTERIES

Notes tirées de : « Untersuchungen über die Bildung von Methan aus Kohlenoxyd und Wasserstoff durch Bacterien » (Recherches sur la formation de CH_4 , à partir de CO et de H_2 , à l'aide de bactéries). — R. LIESKE, F. HOFMANN. — « Brennstoff Chemie » du 1-6-30.

La réduction catalytique du CO par H₂ a été effectuée pour la première fois en 1902 par Sabatier et Senderens.

Les transformations analogues basées sur des actions biologiques pures sont bien moins connues. Le Hollandais Söhngen a montré, en 1910, qu'il existe des bactéries transformant le CO₂ et l'H₂ en CH₄. Ces recherches ont été vérifiées et confirmées par Lieske et Hofmann. Les auteurs ont essayé, avec F. Fischer, de transformer le (CO+H₂) en CH₄. Ils ont obtenu un franc succès.

La question de la transformation biologique du (CO+H₂) en CH₄ est très complexe. Pour faire les essais, les auteurs ont employé une méthode analogue à celle utilisée par Söhngen pour la réduction du CO₂. On part de boues de décantation (Abwasserschlamm) fermentescibles, riches en bactéries de nature très diverse.

Il convient de noter ici que les divers chercheurs, qui se sont occupés de la question, ont généralement opéré avec des boues fermentescibles, de provenance diverse, à teneur élevée en matières organiques de nature appropriée.

Söhngen ne s'est pas servi pour ses essais de boues fraîches, mais il a enrichi au préalable de vieilles boues en bactéries actives par addition de 2 % de formiate de Ca. Ces additions ne semblent

cependant pas être indispensables.

Comme gaz d'essai, les auteurs ont employé, dans un cas, du CO pur provenant d'acide oxalique, qu'ils ont mis en présence de H₂; plus tard, ils ont utilisé du gaz de ville (gaz de cokeries) ou un gaz de synthèse spécial (Spaltgas) ou gaz de cracking.

Comme solution nutritive des ferments, on ajoute généralement aux cultures 0,05 % de K₂HPO₄ et 0,05 % de NH₄Cl. Si les cultures bactériennes contiennent des substances riches en matières organiques, l'addition des solutions nutritives devient superflue.

Les essais ont été effectués en partie dans des thermostats à 33°, et en partie à la température du laboratoire, de 16 à 25°.

A part quelques essais préliminaires faits en bouteilles de verre avec fermeture en caoutchouc et joints d'eau, tous les essais ont été effectués dans des vases en verre, à joints rodés et joints au mercure.

Pour les essais à grande échelle, on a utilisé des bouteilles en verre jusque 10 litres de capacité. Pour les essais de précision en série, on a utilisé des matras de 1.200 cc. de capacité.

La conversion de (CO+H₂) en CH₄ est accompagnée d'une réduction des 3/4 du volume gazeux primitif, dont on peut se rendre compte par une lecture manométrique.

La prise d'échantillon de gaz dans les récipients, se trouvant la plupart du temps sous forte dépression, se fait à l'aide d'une burette à Hg et d'un vase de niveau rempli de Hg.

Si la fermentation ne doit pas être poursuivie davantage, on peut encore faire la prise par déplacement avec de l'eau.

On a fait quelques essais préliminaires en présence de solution nutritive.

A titre d'exemple : Dans un matras en verre, de plus de 600 cc. de capacité, on a introduit 100 cc. de la solution nutritive ci-dessus (KHPO $_4$ +NH $_4$ Cl) et des boues de fossés (Grabenschlamm) ne fermentant plus et ne donnant plus de CH $_4$.

Puis on a introduit 535 cc. de « Spaltgas » (ou gaz de cracking). Début de l'essai : 23-9-1929. Au 30 septembre, le volume de gaz était diminué de moitié et on a terminé l'essai.

Analyse du gaz.

						Le 25-9-29.	Le 30-9-29
CO ₂		1				0,6	%
O_2						0,8	-
CO		•	٠			20,0	17,0
H ₂ CH ₄	;	•	1.5	•		72,8	53,0
N_2		•				0, 7 5,8	18,8
- 12		171	10	-	17	3,0	11,0

Le rendement en $\mathrm{CH_{4}}$, dans cet essai, ressort à 73 % du chiffre théorique.

Deuxième exemple : Des boues bien activées ont été introduites concurremment avec la solution nutritive dans un matras en verre en présence de 390 cc. de Spaltgas (gaz de cracking).

Analyses.

			Le 1-10-29.	Le 25-10-29.
CO ₂		7	1,1	
O_2		,	0,5	The state of the s
CO			19,6	15,0
H_2			71,8	19,0
CH ₄	1.		1,2	47,8
11/2			5,8	19,5

La quantité de $(CO+CO_2)$ transformé en CH_4 en présence d'hydrogène a été de 97 % du chiffre théorique. Des essais analogues effectués en grand nombre ont donné des résultats concordants. Il est possible, dans les conditions expérimentales données, de combiner $(CO+H_2)$ pour avoir CH_4 .

Les boues fermentescibles vieilles et bien activées donnent pratiquement des résultats de transformation qui se rapprochent beaucoup des résultats théoriques. Notons que certaines boues peuvent donner également du CH₄, par simple fermentation, sans intervention de CO et de H₂. Si on met en œuvre des boues, provenant des sources d'Ems (Emschbrünnen), le dégagement de CH₄ est considérable, dès l'origine. Il cesse cependant très vite et peut être complètement arrêté.

Les boues absorbent des quantités considérables de gaz, surtout H_2 , ce qui est par exemple mis à profit pour l'élimination du H_2 du gaz de fermentation. Les boues fraîches donnent encore par fermentation du N_2 .

Lorsqu'on n'opère pas avec du H₂ et du CO chimiquement pur, mais avec des mélanges gazeux techniques (gaz d'éclairage, Spaltgas ou gaz de cracking), il faut noter que le CO₂ est converti également en CH₄ en présence du H₂.

En plus, les boues contiennent des bactéries, qui oxydent du $\rm H_2$ avec du $\rm O_2$ contenu dans les gaz, formant ainsi de l'eau.

Il est aisé de démontrer que les bactéries des boues interviennent vraiment d'une manière active dans ces transformations, par des essais avec des boues stérilisées à l'aide d'un désinfectant.

Ces essais montrent qu'il est nécessaire d'avoir des bactéries spécifiquement déterminées pour réaliser les transformations gazeuses demandées.

L'absorption de H₂ constatée lors des essais doit, au moins partiellement, être attribuée à des causes purement chimiques ou physiques, car elle se poursuit également en milieu stérilisé.

Si d'une culture bactérienne bien activée, on enlève les boues par filtration et si on opère avec le filtrat clair ainsi obtenu, qui contient un grand nombre de bactéries, on ne constate presque pas ou fort peu de transformations gazeuses. La présence des boues exerce une action décisive sur le processus de transformation.

De nombreuses séries d'essais ont encore permis de constater que l'action favorable des boues termentescibles ne repose pas, en ordre principal, sur leurs propriétés chimiques, mais sur leurs propriétés physiques, et notamment que la constitution colloïdale du milieu de culture bactérienne est d'importance primordiale sur le comportement de la réaction. Si on ajoute au filtrat provenant des boues, qui est peu ou pas actif, des substances présentant de grandes surfaces de réaction, par exemple différents charbons, du Kieselguhr ou des matériaux semblables, on favorise un peu la réaction, mais elle n'atteint pas toutefois, et de loin, le degré d'activité obtenu par des additions de boues.

RIES

149

Si, au contraire, on fait des additions de matières colloïdales de premier ordre, par exemple une solution à 0,01 % d'Agar, d'hydroxyde d'Al ou d'hydroxyde de Fe, on obtient les mêmes rendements en CH₄ que ceux obtenus avec des boues.

L'addition des substances colloïdales ne doit pas être très précise. Les essais ont été faits à une température moyenne de 20°.

Ils montrent que, quoique la solution nutritive, sans additions, contienne un grand nombre de bactéries actives, elle ne donne lieu qu'à une élimination de CO insignifiante.

CO et CO₂ sont éliminés complètement dans les fermentations avec de l'Agar, de l'hydroxyde de fer et d'aluminium, tandis que la culture avec addition de boues laisse encore une petite quantité de CO non transformé.

Les cultures bactériennes avec Agar, hydroxydes de fer et d'Al₂ donnent également de grands rendements en CH₄, lorsqu'on les laisse reposer plus longtemps, et surtout lorsque l'essai avec le même substratum de culture est répété plusieurs fois.

Il ressort de ces essais que la présence des boues n'est pas indispensable aux réactions biologiques. D'autres substances colloïdales, organiques ou inorganiques, donnent les mêmes résultats.

Essais avec gaz d'éclairage.

Le gaz d'éclairage de la ville de Mühleim-Ruhr, provenant de fours à coke, a la composition approximative suivante :

La transformation biologique de CO et de $\rm H_2$ en $\rm CH_4$ peut s'effectuer de la même manière que pour le Spaltgas ou gaz de cracking ci-dessus.

Plusieurs essais ont permis de constater la disparition totale du CO et du $\rm CO_2$, de même que la formation de $\rm CH_4$. Le second essai de la série a donné un rendement en $\rm CH_4$ de 91 % du chiffre théorique.

Considérations théoriques.

La transformation biologique du système (CO+ $\rm H_2$) en CH $_4$ doit se passer, en réalité, suivant la réaction :

Cette réaction est exothermique. Les bactéries en question ne demandent, en dehors du CO, aucune autre source de C. Dans les cultures avec additions de colloïdes inorganiques (hydrox. de fer, hydrox. d'Al), on a observé un bon dégagement de CH₄ et une transformation gazeuse complète. La présence de faibles quantités de matière organiques (par exemple formiates ou acétates) s'avère favorable. Des additions de quantités considérables de bonnes substances nutritives (par exemple des peptones) diminuent la transformation gazeuse. Les bactéries actives, elles-mêmes, sont analogues, au point de vue morphologique, au groupe des bactéries longues d'acide lactique (Plocamobacterien); ce sont des bâtonnets longs, quelquefois incomplètement colorables, sans spores. Les bactéries réductrices de CO décrites par les auteurs seraient proches parentes des bactéries décrites par Söhngen et qui réduisent le CO₂.

En ce qui concerne l'importante question de la vitesse de réaction, notons que les essais en vases clos ont demandé encore 8 jours dans les cas favorables, avec des cultures bien activées. Il faut donc, pour réaliser des conditions pratiques acceptables, amener d'une manière continue le gaz à transformer au-dessus d'une culture appropriée. Les réactions en courant gazeux continu peuvent cependant se passer tout autrement qu'en vase clos, et notamment l'élimination du CO n'est pas aussi favorable.

Notes tirées de : « Theorie und Praxis der biologischen Leuchtgasentgiftung » (Théorie et pratique de la désintoxication biologique du gaz d'éclairage). — F. FISCHER, R. LIESKE et K. WENZER. — « Brennstoff Chemie », II, 452, 1930.

Comme indiqué plus haut, les réactions en vase clos s'accomplissent théoriquement d'après la formule :

Elles sont approximativement quantitatives, pour des cultures bien activées. Le CO et $I'H_2$ sont transformés complètement en CH_4 . Les gaz entrent dans le système d'échange de carbone des bactéries. Ils servent dans une certaine mesure de substances nutritives et les transformations opérées fournissent en partie la source d'énergie pour l'assimilation du C.

Au point de vue de l'action physiologique des solutions nutritives (Ernährungsphysiologie), on distingue deux groupes de bactéries ou ferments : les organismes autotrophes et hétérotrophes.

151

Les hétérotrophes doivent avoir des substances nutritives (Nährstoffe) très riches en énergie, par exemple des hydrates de C, des graisses et albumines.

Les organismes autotrophes assimilent du CO₂ libre à l'aide d'une source d'énergie physique ou chimique.

Le processus de la désintoxication biologique du gaz d'éclairage apparaît peut-être, à première vue, comme très simple : le CO est réduit par l'H₂ en excès, en CH₄. En pratique, il peut se passer encore un grand nombre de réactions secondaires parasites. Les boues fermentescibles employées comme substratum de bactéries sont susceptibles de produire les gaz suivants : CO₂, H₂, CH₄, H₂S.

Soit un gaz d'éclairage (gaz de four à coke) de composition suivante :

En présence de peu d' ${\rm O_2}$, nous pouvons avoir les processus d'oxydation biologiques suivants :

$$\begin{array}{l} C_2H_4 +_3 O_2 =_2 CO_2 +_2 H_2O +_{345,8} \text{ k./cal.} \\ C_2H_6 +_{1/2} O_2 =_6 CO_2 +_3 H_2O +_{788} \text{ k./cal.} \\ CO + O = CO_2 +_{68,1} \text{ k./cal.} \\ H_2 +_{1/2} O_2 = H_2O +_{68,4} \text{ k./cal.} \\ CH_4 +_2 O_2 = CO_2 +_2 H_2O +_{212} \text{ k./cal.} \\ H_2S + O = H_2O +_S \\ S +_3O +_{H_2}O = H_2SO_4 \end{array} \right\} +_{141} \text{ k./cal.}$$

Réactions principales.

$$CO+_{3}H_{2}=CH_{4}+H_{2}O+_{4}6,6$$
 k./cal.
 $CO_{2}+_{4}H_{2}=CH_{4}+_{2}H_{2}O+_{3}6$ k./cal.
 $CO+H_{2}O=CO_{2}+H_{2}+_{10,1}$ k./cal.

Ces dix différentes réactions gazeuses peuvent se produire dans la désintoxication biologique du gaz d'éclairage. Il est même probable qu'il y en ait d'autres encore, mais elles sont inconnues jusqu'à présent.

La température ainsi que le rapport CO/H₂ ont beaucoup d'importance. En général, le gaz d'éclairage ordinaire convient.

Les essais publiés jusqu'ici ont été effectués en vase clos.

On peut cependant rencontrer des divergences lorsqu'on opère en marche continue, par exemple avec des cultures fraîches; le CO primitif peut être doublé ou triplé par la fermentation au lieu de diminuer, à cause de quantités considérables de H_2 ou de CH_4 retenues d'une façon quelconque par les boues, et faussant notablement les résultats.

Des résultats satisfaisants ont été obtenus avec des boues fermentescibles de préférence bien fermentées, ne dégageant presque plus de CH₄. Des boues très vieilles, sèches, ayant séjourné longtemps au contact de l'air, ne conviennent plus.

En marche continue, on dispose la masse de boues dans des tuyaux que traversent les gaz. Il convient d'éviter une trop forte compression. On peut employer des tubes en -verre d'environ 7,5 cm. de diamètre et 130 cm. de longueur, disposés horizontalement et connectés aux deux extrémités à un matras en verre, qui permet de contrôler la vitesse de passage et de prélever un échantillon avant et après la réaction.

Naturellement, la pleine activité réactionnelle ne se manifeste pas dès le début du passage du gaz. La masse contient des quantités invraisemblables de bactéries les plus diverses, parmi lesquelles les bactéries utiles sont relativement peu nombreuses.

Ces dernières se développent cependant petit à petit, et toute la végétation bactérienne s'adapte aux transformations désirées.

Il est particulièrement important de débuter avec une vitesse de passage du courant gazeux très petite, sinon l'oxygène, continuellement amené, gène le développement des bactéries anaérobies, importantes pour la transformation.

an vinyan				Gaz avant Ia réaction.		e passage par le réactions.
					Essai nº 10.	Essai nº 12.
				%	%	%
CO_2				2,2	1,0	
Hydroc.	lourd	s		1,9	2,5	3,4
O_2 .				0,9		0,5
CO				5,4	_	_
H_2 .				54,8	46,3	48,1
CH ₄			,	23,5	31,2	33,2
N_2 .				11,3	19,0	14,8

La contraction finale du volume gazeux est de 30 %. En vase clos, ces réactions durent au moins de 2 à 3 semaines, délai impossible à admettre dans la pratique.

En marche continue, les réactions s'opèrent beaucoup plus rapidement. Pour une température comprise entre 15 et 25°, on peut en moyenne, journellement, éliminer le CO d'un volume de gaz équivalent au triple du volume du laboratoire de réactions.

On devra chercher à augmenter encore davantage la vitesse de passage du courant gazeux, chose incontestablement possible entre certaines limites déterminées. On peut également augmenter la température pour activer la réaction.

L'optimum de température pour la réduction normale du CO se trouve aux environs de 24-52°. Une élévation de t° diminue la vitesse de réaction, qui cesse totalement aux environs de 40°, pour recommencer ensuite à 55° C et donner un nouvel optimum de température vers 65° C.

Il est donc avéré que des bactéries thermophiles peuvent participer à ces transformations gazeuses. Il existe des bactéries, champignons et algues, qui se développent convenablement à 95° C, mais ne peuvent vivre à la température ordinaire.

On est en état, à l'heure actuelle, d'éliminer totalement, à 25-50° C, le CO du gaz d'éclairage. Un réservoir de 50.000 m³ permet de neutraliser, au point de vue du CO, environ 150.000 m³ par jour. Mais des améliorations sont encore possibles en perfectionnant les appareils et en augmentant la vitesse de réaction.

Notes tirées de : « Nouvelles recherches concernant la neutralisation des proprétés toxiques du gaz d'éclairage et sa meilleure fabrication à partir du gaz à l'eau. » — F. FISCHER, R. LIESKE et K. WENZER. — « Biochem. Z. », 236, 247 (1931).

Le CO est transformé en présence d'eau par les boues renfermant des bactéries actives, en CO_2 et H_2 , d'après la formule :

Cette réaction réussit également avec des solutions inorganiques nutritives. Le CO_2 et H_2 donneraient de l'acide acétique d'après l'équation :

$$_{2}$$
 CO₂+ $_{4}$ H₂=CH₃. COOH+ $_{2}$ H₂O.

L'acide acétique ainsi produit se décompose très facilement en présence de la masse colloïdale des boues fermentescibles en CO₂ et CH₄ d'après l'équation :

CH₃. COOH=CH₄+CO₂.

Le résultat final consiste donc dans la production de CH_4 , à partir de CO et de CO_2 , en présence de H_2 .

Cent litres de boues fermentescibles ont permis d'éliminer le CO de 500 litres de gaz d'éclairage par jour.

Lorsqu'on maintenait la température du réservoir d'épuration à 65° C, de manière à permettre le développement de bactéries thermophiles, le rendement obtenu atteignait jusqu'à 1,5 m³ de gaz d'éclairage, purifié de son CO, par jour.

Le rapport entre le gaz purifié de son CO par jour et le volume de boues de décomposition ressortait à 3/1 dans le premier cas et à 15/1 dans le second cas. Lorsque ce rapport est plus grand, la transformation du CO en CH4 n'est plus quantitative et il reste encore du CO dans le mélange gazeux final.

Il faut donc disposer de grandes chambres de réactions pour purifier de grandes quantités de gaz d'éclairage du CO, car la transformation biologique est lente.

On a constaté qu'après une 1/2 année à 3/4 d'année de service, la capacité réactionnelle des bactéries diminue, pour tendre vers zéro.

L'examen bactériologique des boues montre que les bactéries actives étaient éliminées des boues de réaction.

Recherches au sujet des variations de la vitesse de formation biologique du CH_4 à partir du CO et du CO_2 , en présence de H_2 .

Lorsque les boues sont très diluées avec de l'eau, la transformation du mélange $(CO_2+H_2)(1:4)$ en CH_4 s'achève très lentement, malgré la présence d'une quantité suffisante de bactéries.

Par une concentration progressive des boues de décomposition, il est possible d'accélérer notablement la transformation. Mais il est nécessaire de ne pas laisser descendre la teneur en eau des boues solides de décomposition en-dessous de 50 %.

Ces boues fermentescibles sont susceptibles, par des traitements répétés avec du mélange gazeux, de donner une masse de bactéries très actives.

L'aspect extérieur des boues fermentescibles montre l'évolution de la masse bactérienne.

Les sels d'acides gras, en particulier les acétates, accélèrent le développement des bactéries, en se réduisant eux-mêmes en $\rm CO_2$ et $\rm CH_4$.

Une augmentation de la pression gazeuse n'accélère pas les réactions, bien au contraire. Lorsqu'on retourne à la pression atmosphérique, la culture bactérienne recommence à travailler comme auparavant.

Pour des pressions inférieures à 1 atmosphère (par exemple pour 1/3 à 1/2 atm.), les réactions ont la même vitesse que pour la pression ordinaire.

Dans toutes les recherches, il n'y a pas eu formation d'homologues supérieurs du CH₄.

Etude comparative des vitesses de réaction des systèmes (CO_2+H_2) et $(CO+H_2)$.

On a trouvé que la transformation du système (CO_2+H_2) est beaucoup plus rapide que la transformation du système $(CO+H_2)$. Un litre de (CO_2+H_2) est transformé par 100 grammes de boues en 6 heures, dans les conditions les plus favorables, et en 24 heures, dans les conditions les moins favorables; 1 litre de $(CO+H_2)$ demande 48 heures pour sa transformation.

Cela peut être dû à la plus faible solubilité du CO dans l'eau, c'est-à-dire dans le plasma des cellules bactériennes.

Les transformations gazeuses (ou réactions) biologiques s'achèvent vraisemblablement dans le plasma des cellules bactériennes après la dissolution des gaz dans le plasma.

Etude des effets physiologiques de la dilution gazeuse sur les bactéries.

Il semble quelquefois que la dilution gazeuse n'exerce aucune influence sur la vitesse de transformation, car les contractions de volume qui se produisent avec des mélanges dilués sont aussi rapides que celles qui se manifestent pour des mélanges gazeux non dilués; quelquefois, elles sont même plus rapides. Cependant, ce n'est que lorsque la formation de CH₄ est devenue quantitative que les contractions deviennent comparables entre elles et peuvent servir de mesure.

On constate alors que les contractions, pour des masses gazeuses au repos, sont d'autant plus lentes que le mélange gazeux est plus dilué. Le produit de la transformation, le CH₄, n'exerce aucune action physiologique sur les bactéries. La présence d'hydrocarbures saturés supérieurs, comme le pentane ou l'hexane, ne nuit pas dayantage.

Il est tout à fait remarquable que, dans les essais, la dilution des mélanges gazeux actifs avec des gaz inertes diminue considérablement la vitesse de réaction, tandis que, d'un autre côté, cette vitesse n'est pas influencée par un abaissement de la pression du mélange pur de réaction. Une interprétation très exacte de ces phénomènes n'a pu encore être donnée.

Il s'avère que pour des variations de concentrations dans la phase gazeuse, la vitesse de transformation biologique du gaz ne se met au diapason que d'une manière progressive.

Les résultats de plusieurs essais permettent d'affirmer ce qui suit :

1°) Pour une quantité identique de boues fermentescibles, fraîches, l'accroissement de la vitesse de transformation du gaz de four à coke est plus lent que celui d'un mélange synthétique (CO+H₂) dilué aux trois quarts.

2°) Les hydrocarbures lourds, encore présents dans les gaz de fours à coke, exercent un effet physiologique défavorable sur les bactéries.

 $_{5^{\circ}}$) Le benzol et l'éthylène diminuent fortement la vitesse de transformation. Ce ralentissement était plus accentué pour le système (CO+H₂) que pour (CO₂+H₂).

Le toluol aussi, mais à un degré moindre, ralentit la vitesse de

La naphtaline n'exerce plus aucune action, étant donné que sa tension de vapeur à la température ordinaire est bien trop faible.

Les auteurs ont fait ensuite une série d'essais avec des mélanges $(CO+H_2)(1:5)$ dilués aux trois quarts avec du CH_4 ou de l'azote. Ils ont fait d'autres essais avec un mélange gazeux de synthèse ressemblant au gaz de four à coke, mais sans hydrocarbures lourds.

Lorsque les cultures bactériennes transformaient le mélange gazeux avec une vitesse à peu près constante, on a travaillé avec ou sans addition de 2 % d'éthylène. Les résultats montrent que, d'une façon tout à fait générale, les additions d'éthylène exercent une action défavorable sur la vitesse de transformation, qu'ils ralentissent d'autant plus fortement que la durée « d'acclimatation » de la culture de bactéries au mélange (CO+H₂), sans éthylène, a été

faible. Des cultures travaillant activement ne sont généralement entravées que très lentement par le C_2H_4 .

La transformation de gaz de fours à coke ne subit pas de ralentissement lorsque les hydrocarbures lourds sont prélablement éliminés à l'aide de charbon actif.

La transformation biologique du CO est neutralisée par l'empoisonnement des bactéries par les hydrocarbures lourds qui peuvent aller jusqu'à paralyser toute aptitude réactionnelle bactérienne.

Une culture bactérienne de boues fermentescibles bien développée n'est généralement plus susceptible de réaction après un passage de gaz d'éclairage pendant neuf mois.

Il résulte des essais que :

1°) On peut accroître la vitesse de réaction, d'une manière considérable, en diminuant de 50 % la teneur en eau des boues fermentescibles.

Une « activation » longue et systématique des cultures est extrêmement favorable. Des réactions, qui précédemment prenaient trois semaines, sont actuellement terminées en 6 heures;

- 2°) L'accroissement de pression des mélanges gazeux n'amène aucune accélération des réactions bactériennes. Les fortes pressions sont défavorables; pour 50 atmosphères, on ne constate plus de transformation;
- 3°) Une diminution de la pression ne provoque pas de ralentissement des réactions:
- 4°) La dilution des mélanges gazeux de réaction avec des gaz ne participant pas àla réacton donne, dans les essais au matras, une diminution de la vitesse de réaction;
- 5°) Les hydrocarbures lourds (éthylène, benzol) entravent la réaction biologique.

Recherches au sujet de la transformation biologique de courants gazeux de mélange $\mathrm{CO}_2 + \mathrm{H}_2$, passant dans les tubes renfermant des boues fermentescibles. Méthode mixte, catalytique et biologique, d'épuration du gaz.

On sait que, par pure voie catalytique, des mélanges de $(CO+H_2)$ et de vapeur d'eau peuvent être transformés aisément en mélanges (CO_2+H_2) . Le CO_2 , obtenu catalytiquement à partir

de CO, se laisse transformer biologiquement d'une manière très avantageuse avec H_2 en CH_4 .

En combinant les deux méthodes, on peut arriver à des résultats techniques appréciables.

Prenons par exemple un gaz, analogue au gaz de four à coke. Transformons, catalytiquement, le CO qu'il renferme en CO_2 et H_2 , à l'aide de vapeur d'eau. La composition du gaz « converti » sera par exemple la suivante :

Environ: $CO_2:7\%$, $H_2:55\%$, $CH_4:20\%$, $N_2:18\%$.

Absence d'hydrocarbures lourds.

Dans un tuyau de 2 litres, avec des boues solides, une culture a été obtenue endéans 4 semaines environ, qui transformait 200 litres de gaz et plus par jour, et donnait du CH_4 d'une manière quantitative à partir du CO_2 et de H_2 .

La culture de bactéries doit être maintenue dans une étuve à une température entre 35 et 40° C. Il faut éliminer de temps en temps l'eau de réaction.

Une boue fermentescible très active deviendra noir foncé. Après quelques semaines déjà, elle prendra généralement la teinte grise. Il se développe souvent à sa surface des couches de bactéries blanches qui s'étendent sur de grandes surfaces. A proximité de l'entrée du gaz, il se développe, la plupart du temps, une colonie de champignons. Il en est de même aux endroits à pénurie d'oxygène; le champignon respire de l'oxygène et l'élimine du gaz. Les boues fermentescibles, qui à l'état frais ne dégagent pas de gaz, émettent, lorsqu'elles transforment des mélanges de CO₂ ou de CO et de H₂, quelquefois de faibles quantités de N₂, surtout lorsqu'une culture bactérienne bien activée se trouve pendant longtemps en contact avec un gaz inerte, en l'absence d'O₂.

Si le gaz transformé a une mauvaise odeur par suite de composés sulfurés et autres produits de fermentation des boues, cette odeur se laisse éliminer par passage du gaz à travers une couche de charbon actif.

La vitesse de passage des mélanges à forte teneur en CO_2 doit être diminuée pour obtenir une transformation complète. Par exemple, on a examiné en détail un gaz à l'eau converti par catalyse $(CO+H_2O \rightarrow CO_2+H_2)$ à 50 % de CO_2 et 60 % d' H_2 . Une certaine quantité de CO_2 , CO et H_2 sont absorbés, sans qu'il

se dégage la quantité correspondante de CH₄. La formation du CH₄ est lente.

Si on fait passer ce gaz converti sur des boues de fermentation à une vitesse telle qu'il passe, par jour, un volume de gaz 40 fois supérieur au volume des boues, une certaine quantité de CO₂, CO et H₂ sont absorbés, sans qu'il se dégage la quantité correspondante de CH₄.

Si on réduit la vitesse de passage du gaz au tiers, il se forme du CH₄ en plus grande quantité; si on l'augmente, il reste encore de l'H₂ dans le gaz, indiquant que la quantité théoriquement possible de CO₂ et de H₂ n'est plus transformée.

Les résultats d'analyse montrent que les petites quantités de CO encore contenues dans les gaz sont éliminées, pour cette vitesse de passage, si les cultures sont bien travaillées, ou activées, et que ce CO est transformé, en tout ou en partie, en CH₄.

Pour des teneurs élevées en CO dans les gaz, le gaz final contiendra encore du CO; la transformation biologique, du CO₂, est beaucoup plus aisée.

D'une façon tout à fait générale, on a pu constater que, pour un courant gazeux donné, les mélanges $(\mathrm{CO_2} + \mathrm{H_2})$ se laissent transformer d'autant plus rapidement que les gaz entrant en réaction sont plus dilués, ce qui semble en contradiction avec les essais sur les gaz en repos. On ne saurait cependant conclure encore.

Le gaz de four à coke essayé avait la composition suivante :

CO₂: 1.5 %, hydrocarbures lourds: 1,8 %, O₂: 0,2 %, CO: 5,8 %, H₂: 51,2 %, CH₄: 24,2 % et N₂: 15,5 %.

Il subit une contraction de 22,6 % par transformation quantitative du CO₂ et du CO avec H₂, en CH₄; son pouvoir calorifique et sa densité augmentent. Les propriétés techniques combustibles sont changées.

Le processus biologique de la transformation du CO en CH₄ se compose de deux réactions partielles :

- 1°) la transformation du CO avec H2O en CO2 et H2;
- 2°) la transformation du CO2 avec H2 en CH4.

Le volume, le pouvoir calorifique et la densité du gaz primitif ont changé. Le pouvoir calorifique subit une augmentation considérable, en même temps que le gaz devient plus lourd par le fait de ces transformations.

Méthode mixte catalytique et biologique d'épuration du gaz.

Conversion du gaz de four à coke dans un four à bloc d'Al contenant 50 cc. de catalyseur Fe—Cr, obtenu par fusion des nitrates et chauffage de la masse pour éliminer le NO, et la vapeur d'eau.

Le gaz de four à coke est saturé au préalable avec de la vapeur d'eau. La température du four est de 550° . Les 5.8 % de CO sont réduits à 0.5 % par transformation en CO_2 et H_2 . On fait passer le quart environ de ce gaz de four à coke converti à travers un tube à culture de boues de fermentation. Le système $(CO_2 + H_2)$ donne du CH_4 .

En mélangeant le gaz biologiquement transformé et le reste du gaz de cokerie converti par catalyse, on obtient un gaz final à 50.4% de H_2 par exemple, dont le pouvoir calorifique est augmenté et qui est vierge de CO.

Biologiquement, il est possible, en augmentant le volume de boues ou en utilisant des boues plus appropriées, d'épurer en CO jusqu'à 400 litres de gaz d'éclairage par jour.

Pour un gaz d'éclairage à teneur en CO plus élevée, les transformations purement biologiques sont encore plus caractéristiques.

Résultats des essais.

On peut éliminer le CO du gaz d'éclairage sans que son pouvoir calorifique ni sa densité ne soient modifiées de beaucoup.

D'après un procédé mis au point par W. J. Müller, on traite le gaz d'éclairage catalytiquement avec de la vapeur d'eau; on élimine le CO₂ par une solution de KOH. Le CO est remplacé par H₂, qui ont tous deux à peu près le même pouvoir calorifique.

Le pouvoir calorifique demeure ainsi inchangé, mais la densité du gaz a diminué.

Le gaz de cokerie, vierge de CO₂, a conservé approximativement son pouvoir calorifique, mais est devenu trop léger. On peut y laisser un peu de CO₂, mais c'est au détriment du pouvoir calorifique. Lorsque la teneur en CO est faible, ces inconvévients ne sont pas aussi importants que pour un gaz d'éclairage à 15 % de CO.

Dans ce demier cas, il y a forte diminution de la densité des gaz après élimination du CO₂ des gaz convertis.

Dans tous les cas, il est indiqué, pour améliorer le pouvoir calorifique, de transformer une partie du CO_2 et de H_2 en CH_4 par voie biologique.

Recherches sur les phénomènes de transformation du gaz à l'eau en gaz d'éclairage.

Le gaz à l'eau, de composition approximative suivante : 45 % de CO, 45 % d'H₂, le reste étant du N₂, CH₄ et CO₂, possède un pouvoir calorifique d'environ 2.800 k./cal. Il peut être transformé en gaz d'éclairage de pouvoir calorifique égal à 4.000 k./cal. environ par voie biologique en vase clos, au contact d'une culture de boues fermentescibles. On obtient un gaz final qui, pour une contraction d'environ 50 %, se compose de CO₂ et de CH₄ dans le rapport de 1/1. La transformation est cependant très lente.

Des essais ont été effectués ensuite avec des courants gazeux en tubes contenant des boues fermentescibles.

Un tableau nous montre que 55 % environ du CO sont transformés en CO₂ et CH₄ et que les boues ont pris plus de H₂ qu'il n'était nécessaire à la transformation. Cette situation n'a pas changé pendant des semaines. A noter qu'il n'y avait pas d'accumulation d'eau dans les tuyaux de réaction, étant donné que la formation de CH₄ à partir de CO₂ et H₂ donne juste autant d'eau qu'il est requis pour la transformation du CO. Il faut que la teneur en eau du tube à réaction demeure à peu près constante.

La conversion biologique du gaz à l'eau donnera, dans tous les cas, que le CO soit transformé complètement ou non, un gaz contenant peu ou presque pas de H_2 , étant donné que la seconde réaction partielle (la transformation du CO_2 avec H_2) se fait toujours plus rapidement que la première réaction partielle (la transformation ou conversion catalytique du CO avec H_2O). Dans les cas extrêmes, nous avons disparition du CO et formation quantitative de CH_4 et de CO_2 avec certaines variantes.

On peut encore effectuer les deux réactions partielles séparément. A l'aide d'un catalyseur au Fe—Cr, on transforme CO, en présence d'H₂O, en (CO₂+H₂) On élimine une partie du CO₂ et on fait passer ensuite le gaz par le tube à boues fermentescibles où, à l'aide de bactéries, on produit la quantité de CH₄ nécessaire. Comme le gaz à l'eau ne renferme pas d'hydrocarbures lourds, il n'y a pas eu d'interférence avec l'aptitude réactionnelle des bactéries.

On fait passer à travers le tube à boues d'un litre, journellement, un volume de gaz équivalent à environ 50 fois le volume des boues de réaction : 77 % du CO₂ sont transformés.

Dans un tuyau à boues de 2 litres, on obtient, pour une même vitesse de courant gazeux, une transformation totale du CO₂.

Par ces exemples, on voit donc qu'il est possible de transformer le gaz à l'eau en un mélange qui, par sa composition et par ses propriétés, peut servir de gaz d'éclairage.

En faisant varier la quantité de CO₂ enlevée et en changeant la quantité de gaz à transformer biologiquement, on peut faire varier ad libitum la composition du gaz final et, par le fait même, augmenter ou diminuer son pouvoir calorifique et sa densité.

De même que pour le gaz à l'eau, il est encore possible de convertir par cette méthode d'autres mélanges gazeux techniques de (CO—H₂) en mélanges similaires au gaz d'éclairage et pouvant être utilisés à cette fin.

163

II. RECHERCHES SUR L'OBTENTION DE METHANE PAR LA FERMENTATION DES BOUES D'EGOUTS (1)

Nos essais de laboratoire.

La première installation de clarification des eaux avec production de gaz est celle installée à Essen-Bellinghausen, où, depuis 1924, la totalité du gaz de décomposition est recueilli et travaillé.

Par la suite, 40 villes allemandes, possédant ensemble une population de 4.5 millions d'habitants, ont été dotées d'installations de production de gaz de boues. Huit villes, avec 2,1 millions d'habitants, emploient ces gaz pour la production de force motrice.

Le gaz de fermentation ou de décomposition contient, en moyenne, de 70 à 85 % de CH₄, 9 à 30 % de CO₂ et 1,5 à 7,5 % d'azote, en même temps que des traces d'oxygène (d'après Oberingenieur Frans Fries, Essen, Gesundheits-Ingenieur, 1935, P. 533).

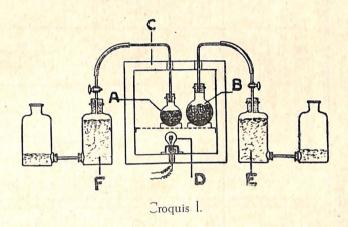
Le gaz dont se sert la station d'essais de Deme provient de l'installation de traitement des eaux résiduaires installée à Essen. Il ne renferme plus que 5 % de CO₂ environ lorsqu'il arrive à la station.

Comme il ressort des publications résumées dans la première partie de cette note, certaines bactéries interviennent efficacement dans l'épuration des eaux d'égouts et dans l'amélioration du gaz d'éclairage.

Nous avons étudié si, dans certaines conditions, les boues d'égouts n'étaient pas susceptibles de donner naissance à des bactéries qui provoqueraient une fermentation avec dégagement d'un gaz (méthane $+\mathrm{CO}_2$).

Nous donnons ci-dessous les résultats de nos essais. Nous avons opéré exclusivement sur des boues fermentescibles de ménage, recueillies dans les égouts de ville.

A) Appareillage.



Appareil ayant servi aux premiers essais.

Description.

Les boues sont placées dans des ballons à large col A et B. Ceux-ci sont disposés dans une étuve C qui est chauffée au moyen d'une ampoule électrique D. Les ballons sont connectés à des flacons de niveau E et F remplis d'eau salée et qui servent à emmagasiner le gaz sous une certaine dépression réglable. La température est contrôlée au moyen d'un thermomètre.

⁽¹⁾ Par boues d'égout, il faut entendre des boues fermentescibles, de provenance ménagère, recueillies dans les bouches d'égout de ville. On emploie parfois l'expression « eaux usées ».

Gaz recueilli et analysé

64	
ANNALES	
DES	
DES MINES	
DE	
BELGIQU	

N•	Provenance des boues de fermentation	Volume de boues en cc.	de fermenta-	Date de mise en fer- mentation	Date	cc. (env.)	o/o de gaz inflam. (déterm. par la limite d'inflamma- bilité).	iven arques
. 1	Boues d'égout A	750	28 à 32°	16,8.34	1.9.34 8.9 34 15.9 34	950 950 600	71,2 68,8 67,2	Assez bien de matières le terreuses et de cendrées.
2	Boues d'égout B	750	28 à 32º	17.9.34	22.9.34 29.9.34 6.10.34	1000 850 350	65,2 62,0 61,7	Idem Une teneur plus forte en matières organiques serrait avantageuse.
3	Boues d'égout C	750	28 à 50°	8.10.34	13.10.34 20.10 34	800 475	41,3 39,1	Boues renfermant beau- coup trop de mavières organiques (d'origi) e fé- eale) forte odeur d'H ² S. Système du tout à l'égout
4	B ues d'égout C	750	28 à 50°	22,10.34	27.10.34 3.11.34 10.11.34 17 11.34	1000 1000 800 350	60,1 57,4 57,2 57,1	ldem
5	Boues d'égout A	750	28 à 50°	19.11,34	24,11.34 1.12.34 8.12.34 15.12.34	975 950 8:0 400	70,5 69,4 69,1 68,0	Trop peu de matières organiques. Assez bien de matières de nature terreuse et de cendrées

6	Boues d'égout D	750	28 à 50°	22.12.34	29.12.34 5.1.35 12.1.35 23,1.35	700 800 450 250	72.0 69.7 68,7 63,4	Boues noirâtres renfer- mant trop de matières organiques de nature lê- cale et sentant l'H ² S.
7	Boues d'égout A	750	28 à 30°	24,1.35	4.2.35 9.2 35 12.2,35	2· 0 150 75	63,4 55,65 46,71	Vraisemblablement trop peu de mat, organ. et trop de matières terreu- ses.
_8	Id.	50)	32	13,2.35	23 2.35 2.3.35 9 3.35	175 25 25	35,7 40,8 41,7	l dem
9	Id.	750	32 à 35º	12.3 35	23.3.35 2.4.35 11.5.35	200 350 375	34,6 80,0 64.0	Analyse: CO^2 : 6.43 $O^2 = 0.59$ $CH^4 = 64.0$ (p. la limite) reste (N ²) = 28.98
10	1d.	750	38 à 45º	21.5.35	1.6.35 11.6.35 25.6.35 6.7,35	300 425 450 250 1425 cc	48.1 80 0 80,0 64,0	Résultats très satisfaisants. Au total 1425 cc de gaz ont été recueillis à une teneur moyenne en CH4 de 71, 2 %
11	Boues d'égout D	750	35 à 40°	3.8.35	6 8.35 9.8.35 13.8,35	350 300 300	37,42 35,3 30,2	Trop de matières organiques d'origine fécale.

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

Gaz recueilli

Volume en cc

Volume des boues

No de l'essai

7,3 nd. 3,15 nd.

20 à 32º 32 à 50º 32 à 50º 32º

Boues d'égout A

320

14

cc.

350

8.9 nd.
1,46 nd.
0,49 nd.
nd.
nd.

12.3.35

13,2,35

250

Observations:

Essai 12 : le bouchon fuit, ce qui explique la faible teneur observée.— Sauf indication contraire, le gaz combustible a été déterminé par la limite d'inflammabilité et calculé comme CH₄.

Essai 14 : analyse complète qui indique que seul le méthane est présent dans le gaz combustible.

Essai 15 : dégagement très lent — l'odeur du gaz est fétide — boues trop chargées de matières fécales.

Essai 15 : forte augmentation du volume des boues et les canalisations sont remplies d'eau fétide — on vide les tuyaux et on remet en marche.

Essai 15 : ces boues ne donnent pas de bons résultats.

Essai 16 : ces boues ne conviennent pas — elles sont trop chargées de cendres.

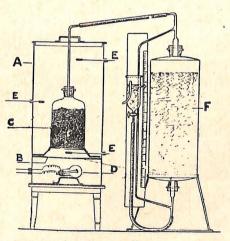
Essai 17: boues encore trop cendreuses.

Un des demiers essais obtenus avec les boues d'égout A a donné, en 3 semaines, 6.500 cc. de gaz, de composition moyenne suivante :

Après élimination du CO₂, nous obtenons 5.265 cc. de gaz à 86,42 % de CH₄ et 15,58 % de N₂.

A partir de ce moment, nous mettons en œuvre environ 4 litres de boues. Nous donnons ci-dessous la description de l'appareil employé et les résultats obtenus.

A) Appareillage.



Croquis II.

Description.

Deuxième appareil actuellement en service pour les essais à plus grande échelle.

L'appareil se compose d'un récipient cylindrique A en tôle, muni-à une hauteur de 15 cm. environ d'un disque en tôle perforée B. Ce disque supporte le flacon C rempli de boues. Trois thermomè-tres E permettent de contrôler la température à la partie inférieure,

supérieure et au centre.

Le flacon, fermé d'un bouchon muni d'un tube en verre, est en communication avec un gazomètre F rempli d'eau.

L'appareil est chauffé au moyen de l'ampoule électrique D.

(Voir les résultats à la page suivante.)

B) Récultate

B) Résultats.										
	Vol.	То	Date de la			Gaz re	ecueilli			ations
Provenance	des		mise en marche	Date	Volume en litres	CO ² + H ² S	. O ₅	CH4	N ²	Observations
Boues d'égout A		30° 32°	8.7.35	11.7 35 13.7.35	1,250 2,750	r.d	nd.	47	nd.	(A)
	4 litres	340 34° 330 32,50 31° 29,50 29° 28° 30° 31° 32° 32°	13,7,35 14,7,35 15,7,35 16,7,35 17,7,35 18,7,35 19,7,35 20,7,35 23,7,35 24,7,35 26,7,35	14.7.35 15.7.35 16.7.35 17.7.35 18.7.35 19.7.35 20.7.35 23.7.35 24.7.35 25.7.35 20.8.35 1.9.35	1,000 1,750 2,500 3,000 3,500 3,750 4,500 5,250 5,875 6,500 13,125 30,000	nd,	nd	80,0	nd.	(B)
			20.8.35			1:U,	l na	1 00,0	nu.	1 (13)
		30° 31° 31°	26.10 35 28.10.35 29.10.35	28 10,35 29.10,35 5.11.35	0.750 1,250 6,500	nd.	nd.	57,13	nd	(C)
	31.900	27° 35° 3 ° 50° 30° 31° 33° 26° 59° 30° 31° 30° 30°	5.11.35 7 11.35 8.11.35 9.11.35 12.11.35 13.11.35 14.11.35 15.11.35 16.11.35 19.11.35 20.11.35 21.11.35 22.11.35	7 11.35 8 11.35 9.11.35 12.11.35 13.11.35 14.11.35 15.11.35 16.11.35 18.11.35 19.11.35 20.11.35 21.11.35 22.11.35 23.11.35 23.11.35 23.11.35	2,500 3,50° 4,625 7,775 9,50° 12,0°0 13,500 15,750 18,000 20,000 22,500 25,000 27,250 29,250 > 30 1.	15,88	0,47	82,42	1,23	(D)
	1			1 a 18 n.) 30 1.	10,00	0.41	1 02,42	1 1,00	(0)

Nous avons laissé continuer la fermentation;

4,750 1.12.35 6.12.35

26,5°

(E)

Observations relatives au dernier tableau :

- (A) Nous enlevons cette première fraction contenant de l'air déplacé.
- (B) Lorsque nous avons analysé ce gaz, le 1-9-35, par la limite, il y avait 80 % de gaz combustible calculé en CH₄. — Appelés par d'autres travaux, nous avons repris ce gaz le 23-10-35, en vue de l'analyse. Un titrage rapide n'indique plus que 24 % de CH₄. Nous constatons que l'appareil avait été accidentellement déconnecté. Nous n'avons pas continué l'analyse.
- (C) Pour le même motif que cité en (A) nous éliminons cette fraction.
- (E) L'appareil ayant été accidentellement déconnecté, l'essai a été

Conclusions.

L'examen des tableaux montre quelques résultats intéressants, notamment les essais n° 10, 13, 14 et 18, ainsi que les deux essais faits sur de plus grandes quantités de boues,

Nos résultats se rapprochent fortement de ceux publiés dans la première partie de cette note, puisque le CO₂ oscille entre 20 et 7 %, Ie CH₄ entre 71 et 83 %, I'N₂ entre 1 et 9 %. L'oxygène intervient généralement pour 0,5 à 1 %. L'élimination, facile, du CO₂ donnera

Dans les deux cas où nous avons fait une analyse complète par combustion du gaz dans un tube en Pt, le gaz combustible était du CH4 pur. Il est à présumer que, pour les échantillons vierges de matières fécales, le gaz combustible était également du CH₄ pur.

Nous avons pu constater qu'en présence de matières organiques fécales, le ferment spécifique ne semble pas se développer rapidement. L'H₂S comme l'ammoniaque lui sont nuisibles. Le gaz recueilli n'a pas d'odeur désagréable et ne sent pas l'H₂S, sauf dans les cas stipulés. Les boues elles-mêmes après fermentation n'ont pas d'odeur désagréable et sont beaucoup plus noires.

La température semble jouer un rôle important et doit rester entre certaines limites (30 à 35°). Quand les températures sont de l'ordre de 45 à 50°, les débits de gaz sont moins abondants et cessent rapi-

Cette première série d'essais avait pour but d'étudier la possibilité d'obtenir du méthane par fermentation des boues d'égouts.

Les résultats de nos essais, qui sont encourageants, montrent qu'il existe un ferment capable de donner du CH, à partir de certaines boues, dans certaines conditions.

Il nous restera à rechercher les conditions vitales de ce ferment et à étudier la possibilité d'augmenter le rendement des boues en CH4 obtenu par simple fermentation, pour un volume donné de ces boues, grâce à l'intervention de certaines substances nutritives spécifiques des ferments en cause.

Nous nous proposons également d'étudier la transformation de notre gaz d'éclairage par cultures bactériennes en vue de l'élimination de I'H, et du CO qu'il contient et de leur transformation en CH, seul gaz intéressant pour nous.

Il nous a paru intéressant de publier ces quelques résultats, sans pour cela attacher à cette note plus d'importance que le but que nous nous étions assigné.

F. V. O. - N. G.

Pâturages, le 2-5-1936.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Franz Fischer, R. Lieske, u. K. Wenzer: Brennstoff Chemie, II, 452,

Franz Fischer: Brennstoff Chemie, II, 489, 1930.

Franz Fischer, O. Roelen, W. Feiszt: Brennstoff Chemie, 13,461, 1932.

Franz Fischer u. R. Dilthey: Brennstoff Chemie, 9,138, 1928.

Franz Fischer, R. Lieske u. K. Wenzer: Biochim., Z. 236, 247, 1931.

INSTITUT NATIONAL DES MINES FRAMERIES-PATURAGES

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1935

ANNEXE III

L'Adsorption du méthane par les houilles sous pression élevée

PAR

Louis COPPENS, Docteur en Sciences, Attaché à l'Institut.

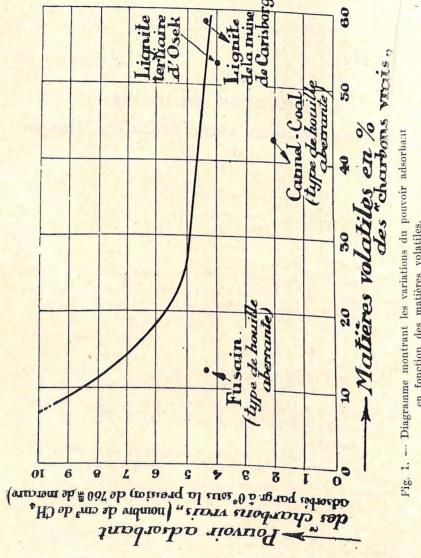
Dans nos travaux antérieurs, nous avons été amené à admettre que les gaz libérés au cours des divers stades de la fossilisation sont retenus dans les couches de houille par voie d'adsorption. Dans un très prochain mémoire, basé sur des expériences actuellement en voie d'achèvement, nous montrerons que cette manière de voir est des plus fondées (1).

Quelle que soit d'ailleurs la cause profonde de la fixation du méthane par les houilles, nous savons, et c'est là un fait expérimental, que la masse de méthane que peut fixer une houille donnée est une fonction croissante de son degré d'évolution (2). Le diagramme de la figure 1 rappelle cette loi.

Le rôle de la nature de la houille étant ainsi mis en évidence, nous avons abordé, au cours de cet exercice, l'étude des autres facteurs qui régissent les équilibres du système méthane-houille : ce sont la température, la pression et aussi l'eau retenue par le combustible.

⁽¹⁾ L'étude à laquelle nous faisons allusion comporte une longue série d'expériences sur la fixation de divers gaz par un anthracite, un charbon actif et de la poudre de verre.

⁽²⁾ Bulletin de la Société Chimique de Belgique, T. 44, 1935, pp. 215-248. — Annales des Mines de Belgique, 1934, T. XXXV, 1^{re} livraison, pp. 107-150.



Nous avons ainsi effectué une série d'essais sous des pressions atteignant 190 atmosphères. Quelque incomplet que soit ce travail dans son état actuel, des indications importantes s'en dégagent dès maintenant. C'est ce qui nous a décidé d'en publier ici les premiers résultats.

D'autre part, comme nos expériences sont en désaccord avec les résultats d'une étude publiée récemment (1), nous reproduisons en détail nos données expérimentales, même au risque d'allonger le texte, de manière à ce que le lecteur ait tous renseignements utiles sur nos essais.

Pour plus de clarté, nous donnons ci-dessous la division de cette note:

Première Partie : MODE OPERATOIRE.

- 1. Description de l'appareil d'adsorption.
- 2. Mode opératoire.
- 3. Exemple numérique d'une détermination. .

Seconde Partie: RESULTATS EXPERIMENTAUX.

Troisième Partie : EXAMEN DES RESULTATS EXPERI-MENTAUX.

- 1. Précision des résultats.
- 2. Forme des isothermes expérimentales et nécessité d'apporter des corrections aux résultats expérimentaux.
- 3. Calcul de la densité de la couche adsorbée à 20°.
- 4. Les isothermes corrigées.

CONCLUSION.

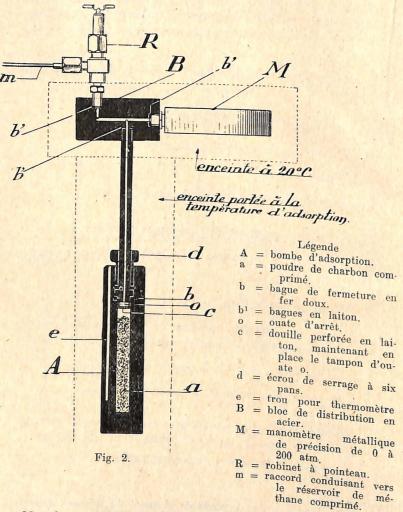
⁽¹⁾ Et. Audibert : « Sur le mode de gisement du méthane dans la houille ». Annales des Mines, IIº livr. de 1935, pp. 225-257. Ce mémoire a été présenté au Congrès des Mines de Paris d'octobre 1935.

PREMIERE PARTIE

MODE OPERATOIRE

§ 1. — Description de l'appareil.

L'appareil d'adsorption comprend essentiellement une bombe en acier spécial d'environ 100 cm³, A, représentée avec ses détails à la figure 2.



Une fermeture très étanche est obtenue à l'aide d'une bague en fer doux b. Le col de la bombe est vissé dans un bloc en acier B.

muni de canalisations qui mettent la bombe en communication avec un manomètre de précision M et un robinet à pointeau R. Un raccord m s'adapte à ce robinet et permet de relier le dispositif à un réservoir de méthane comprimé (1).

D'autre part, la bombe peut être reliée à un appareil d'extraction dont la figure 3 donne la représentation schématique. La jonction du raccord métallique m' avec les canalisations en verre se fait à l'aide d'un simple joint en caoutchouc immergé dans du mercure.

L'appareil d'extraction comprend:

Un manomètre M';

Un condenseur C qui, refroidi vers —70°, retiendra l'eau du charbon:

Une série d'ampoules f_1 , f_2 , f_3 ... f_4 , dans lesquelles on peut laisser distiller l'eau, arrêtée d'abord dans le condenseur C. Ces ampoules peuvent être enlevées au chalumeau. La comparaison de leur poids, avant et après dessication, rend possible la détermination de l'eau retenue par le charbon;

Un réservoir en verre J, dont le volume (1.282,7 cm³) a été soigneusement déterminé. Il permet la lecture précise des volumes de méthane extraits du charbon pendant les opérations. Les lectures se font sous la pression atmosphérique du moment; le manomètre M' en facilite le réglage précis. La jauge est immergée dans un bain d'eau dont la température est rendue uniforme par agitation. Au robinet r₃ fait suite un dispositif, non représenté à la figure 3, permettant de faire le vide complet dans la jauge et aussi dans tout l'appareil d'extraction : ce dispositif comprend une pompe à huile réalisant d'abord un vide sommaire et un condenseur à silice qui, refroidi vers —180°, permet ensuite d'obtenir et de maintenir un vide très poussé. Une trompe à mercure tr, représentée schématiquement à la figure 3, permet également de soutirer les gaz de l'appareil.

Faisons encore remarquer que le manomètre métallique M, le bloc B et une partie bien déterminée du col de la bombe d'adsorption sont toujours maintenus à 20°, tandis que la bombe elle-même et l'autre partie du col peuvent être portées aux différentes températures d'expérimentation désirées (pointillés des fig. 2 et 5).

La photographie de la figure 4 montre l'ensemble de l'installation.

⁽¹⁾ Le méthane est préparé par distillation fractionnée d'un gaz de cokerie déjà enrichi en CH⁴ au cours de la fabrication. Le méthane pur obtenu par fractionnement est ensuite liquéfié dans une bombe en acier, refroidie à —183°. Cette bombe revenant à la température ordinaire fournit alors une réserve de CH⁴ sous une pression réglée à volonté d'après l'importance de la masse liquéfiée.

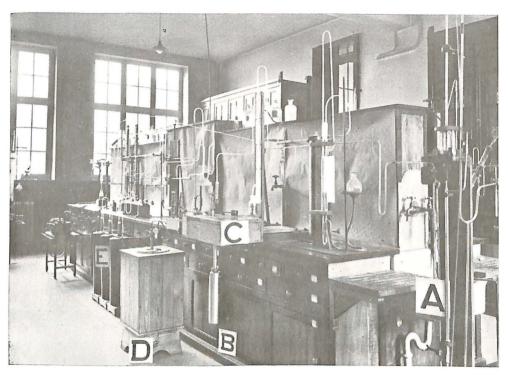


Fig. 4. — Vue d'ensemble de l'installation.

L'extrême gauche de la photographie montre l'appareil de rectification du méthane. Le gaz pur est conservé dans les récipients E.

Pour la compression, le gaz est d'abord liquéfié à —183° dans une bombe en acier que renferme le thermostat D; par réchauffement ultérieur de la bombe, on obtient le méthane sous pression.

A la partie droite, on distingue les éléments de la figure 3, notamment la bombe d'adsorption B, et en C le thermostat du manomètre de précision. En A on distingue la trompe à mercure.

Ses

§ 2. — Mode opératoire.

1. Préparation de la bombe.

Un poids p de la poudre de charbon est introduite dans la bombe (1)(2).

On pèse également un tampon d'ouate sèche de poids invariable pour toutes les expériences; celui-ci est disposé comme il est indiqué à la figure 2.

2. Extraction de l'air et d'une partie ou de la totalité de l'humidité du charbon.

Les appareils étant disposés comme le montre la figure \mathfrak{Z} , on plonge le condenseur \mathbb{C} dans de l'air liquide et, après avoir ouvert les robinets \mathbb{R} , r_1 , r_2 et r_3 , on fait le vide complet par le dispositif de pompage dont il a été question plus haut (\mathfrak{Z}) . Le vide ayant été maintenu pendant trois jours, les résidus du gaz de carrière et surtout l'air adsorbé par le charbon pendant les manipulations sont éliminés. Quant à l'eau du charbon, elle a été retenue en \mathbb{C} ; toutefois, si l'on désire opérer sur un charbon parfaitement sec, il est indispensable, par suite de la compression du charbon, de poursuivre l'extraction pendant une quinzaine de jours en portant la bombe vers 40° .

Quand le charbon a le degré de siccité désiré, on ferme le robinet R et on enlève le raccord m' qui relie la bombe d'adsorption à l'appareil d'extraction. On débarrasse d'autre part le condenseur C de l'eau et des gaz peu volatils qui s'y étaient condensés; la connaissance du poids de cette eau n'offre aucune utilité.

3. Mise sous pression du charbon.

A l'aide du raccord m (voir fig. 2), on relie la bombe au réservoir de méthane comprimé. Après avoir purgé le raccord par une chasse de méthane, on charge la bombe jusqu'à la pression maximum de l'isotherme que l'on veut obtenir. Pendant cette opération et toutes celles qui suivront, le bloc B, le manomètre M et une partie bien

⁽¹⁾ Le charbon est broyé de façon à passer complètement au tamis de 5184 mailles au cm² (tamis 200).

⁽²⁾ Nous comprimons le charbon dans la bombe à l'aide d'une presse; ceci permet d'augmenter dans une large mesure le poids de charbon mis en œuvre, tout en diminuant fortement l'espace nuisible de l'appareil.

(3) Pompe à huile et silice refroidie à —180°.

déterminée de la bombe sont portés à 20°; la bombe elle-même est maintenue à la température pour laquelle on veut établir l'isotherme, soit 20° également pour la plupart des expériences que nous décrirons ici.

Au bout de 90 minutes, l'équilibre s'est établi (1); toutefois, la lecture de cette première pression d'équilibre ne se fera que le lendemain de la charge. On ferme alors le robinet R et on relie de nouveau la bombe à l'appareil d'extraction.

4. Mesure des volumes du méthane total présent dans la bombe aux différentes pressions de l'isotherme à établir.

La méthode consistera à extraire de la bombe successivement des volumes $V^a_1, V^a_2, \dots V^a_i, \dots V^a_n$ de méthane. A partir de la pression initiale d'équilibre P^A_1 , on obtiendra ainsi une suite descendante de pressions d'équilibre $P^A_2, P^A_3, \dots P^A_i, \dots P^A_n$. Ces données permettent de calculer les volumes de méthane $V^A_1, V^A_2, \dots V^A_i, \dots V^A_n$ présents dans la bombe aux pressions correspondantes $P^A_1, P^A_2, \dots P^A_i, \dots P^A_n$.

Voici comment on opère :

On commence par faire le vide complet dans l'appareil d'extraction. On ferme alors r_3 et le condenseur C destiné à arrêter l'eau est refroidi vers -70° (2).

Après avoir noté la première pression d'équilibre P^{A}_{1} , on ouvre légèrement le robinet à pointeau R de façon à laisser tout l'appareil d'extraction, y compris la jauge J, se remplir de méthane sous la pression atmosphérique du moment. Après avoir mesuré cette pression H, on note la température t du bain de la jauge et on ferme aussitôt le robinet r_{2} . La jauge contient donc un volume de méthane sec, qui, réduit aux conditions normales (0° \sim 760 mm. de mercure), devient :

$$\frac{1282.7 \times H}{760 (1+\alpha t)}$$
 cm²

D'autre part, on extrait, par la trompe à mercure tr, le méthane contenu dans le reste des canalisations. Son volume est mesuré dans une burette ordinaire contenant une gouttelette d'eau. Son volume réduit sera : $v \times (H'-h)$

 $\frac{v \times (\Pi - h)}{760 (1 + \alpha t')} \text{ cm}^3$

(h : tension de la vapeur d'eau à la température de lecture '; v : volume indiqué à la burette)

Le volume réduit de méthane extrait est donc :

$$V_{1}^{a} = \frac{{}_{1282,7} \times H}{{}_{760 (1+\alpha t)}} + \frac{v (H'-h)}{{}_{760 (1+\alpha t')}}$$

L'extraction de V^a_1 , sa mesure et l'évacuation du méthane contenu dans la jauge J ont demandé environ nonante minutes. Entretemps, un nouvel équilibre s'est établi dans la bombe sous une pression P^A_2 ($< P^A_1$). On procède alors comme précédemment pour l'extraction et la mesure du second extrait : V^a_2 .

Finalement, par la succession des mêmes opérations, on aboutit à une pression d'équilibre P^{A_n} que l'on s'artange à avoir voisine de 18 atmosphères (absolues). L'extraction du demier volume V^{a_n} comprend alors encore une jauge et quelques centaines de centimètres cubes. En portant la bombe à 40°, trois jours suffisent pour cette dernière extraction.

Les mesures que nous venons d'indiquer permettent alors de calculer le volume réduit $V^{\mathbf{A}_i}$ de méthane total présent dans la bombe à chaque pression d'équilibre $P^{\mathbf{A}_i}$.

TABLEAU I

No de	Pression	Volume réduit du CH4	Vol. réduit du CH4 présent dans
l'équili-	d'équil.	extrait après chaque	l'appareil à chaque équilibre
bre	(PA)	équilibre (V ^a _i)	(ViA)
1	P ₁ ^A	V ₁ ^a	$\begin{array}{c} V_{1}^{\rm A} = V_{1}^{\rm a} + V_{2}^{\rm a} + V_{n}^{\rm a} \\ V_{2}^{\rm A} = V_{2}^{\rm a} + V_{3}^{\rm a} + V_{n}^{\rm a} \\ V^{\rm a} = V_{3}^{\rm a} + V_{4}^{\rm a} + V_{n}^{\rm a} \end{array}$
2	P ₂ ^A	V ₂ ^a	
3	P ₃ ^A	V ₃ ^a	
n-1 n	$\begin{array}{c} P_{n-1}^{A} \\ P_{n}^{A} \end{array}$	Van 1 Van	$\begin{array}{c} V_{n-1}^{\text{A}} = V_{n-1}^{\text{a}} + V_{n}^{\text{a}} \\ V_{n}^{\text{A}} = V_{n}^{\text{a}} \end{array}$

⁽¹⁾ En réalité, l'établissement rigoureux de l'équilibre demande un temps plus long. Toutefois, la pression indiquée par le manomètre après vingt-quatre heures ne diffère pas de celle lue après une bonne heure. Etant donné la méthode imposée pour la mesure des pressions (manomètre métallique) on peut donc poser que l'équilibre s'établit après nonante minutes.

⁽²⁾ Le condenseur C est maintenu dans un cylindre en aluminium refroidi vers —70° par injection d'air liquide.

5. Détermination de l'humidité du charbon.

Cette détermination est absolument indispensable pour le calcul rigoureux de l'espace nuisible E de l'appareil. Une partie importante de l'humidité s'est déjà condensée dans le condenseur C (refroidi à -70°) pendant les opérations précédentes et surtout pendant l'extraction de V^{a}_{n} poussée jusqu'au vide persistant. L'extraction intégrale de l'eau demande toutefois un temps assez long, par suite du degré de compression du charbon : nous avons mis plus le 15 jours dans une opération faite avec un charbon gras. On peut réduire quelque peu la durée en maintenant la bombe à 40° .

Quand on juge l'extraction suffisamment poussée, on ferme R et r_1 et l'on chauffe quelque peu le condenseur C. On peut ainsi recueillir l'eau dans une des ampoules f_1 , refroidie à l'air liquide. On enlève cette ampoule au chalumeau, on casse la pointe et on la pèse aussitôt dans un pèse-filtre. La diminution de poids après dessication donne l'eau extraite.

L'extraction de l'eau est poursuivie jusqu'au moment où la pesée de nouvelles ampoules n'accuse plus d'eau.

6. Détermination du méthane contenu dans l'espace nuisible E pendant les opérations précédentes (expériences d'adsorption proprement dites).

Les opérations décrites précédemment nous ont donné les volumes réduits $V^{\mathbf{A}_i}$ du méthane total présent dans la bombe d'adsorption à chaque équilibre $P^{\mathbf{A}_i}$.

On obtiendra les volumes réduits du méthane fixé par le charbon aux différentes pressions en retranchant des volumes V^{A}_{i} les volumes V^{E}_{i} de méthane contenu dans l'espace nuisible aux mêmes pressions.

Le volume de l'espace nuisible est :

$$V_{\text{bombe}} - (V_{\text{charb. sec}} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{ouate seche}}) (1).$$

(1) Le volume du charbon est donné par la relation :

$$V_{charb} = \frac{P\left(1 - \frac{\mu}{100}\right)}{M_{20^{\circ}}} = \frac{P}{M_{20^{\circ}}}$$

dans laquelle :

P: est le poids du charbon tel quel mis en œuvre, u: est le taux d'humidité du charbon mis en œuvre,

p: est le poids de charbon sec mis en œuvre,

M₂₀°: est la masse spécifique du charbon sec mis en œuvre, déterminée à 20° au pycnomètre avec de l'alcool.

Cet espace libre est reproduit aussi exactement que possible en introduisant dans la bombe un tampon d'ouate sèche de même poids que celui qui a été utilisé dans l'adsorption et une masse de laiton reproduisant les volumes du charbon sec et de l'eau ($V_{\rm charb.\ sec}+V_{\rm H_2O}$).

Répétant alors les opérations décrites aux pages 177 et 178, on détermine les volumes réduits V^E_i de méthane présent dans l'espace nuisible E aux diverses pressions P^{A_i} des équilibres d'adsorption.

Remarque : Dans la détermination des volumes $V^{\mathbf{E}}_{\mathbf{i}}$, l'espace nuisible doit être rigoureusement reproduit à cause de l'adsorption éventuelle d'un peu de méthane à l'ouate d'arrêt et aussi à cause de l'expansion par la pression du tube ressort du manomètre.

Toutefois, on peut, sans commettre d'erreur sensible, interpoler d'une série de déterminations à l'autre à condition que les volumes des espaces, de même que les pressions, ne soient pas trop différents (1).

§ 3. — Exemple numérique.

L'exemple se rapporte à la détermination de la troisième isotherme d'adsorption à 20° du charbon II (voir Seconde Partie) :

									85,3766	
Poids	du	charbon	sec mis	en	œu	vre			84,6509	>>
Poids	de	l'ouate	d'arrêt					•	0,9175	»

L'expérience d'adsorption même, conduite comme il a été dit au paragraphe 2, a donné les chiffres suivants :

⁽¹⁾ et que la température d'expérimentation soit de 20°, température constante du bloc et du manomètre. Au contraire, si la température d'expérimentation était différente de 20°, il est indispensable de reproduire exactement l'espace nuisible et de remplacer le charbon par un corps qui, tel le laiton, a un coefficient de dilatation qui est du même ordre de grandeur que celui des houilles.

TABLEAU II

Troisième expérience d'adsorption du charbon II.

Température d'équilibre : 20°.

Nº de l'équi- libre	Pressions d'équilibre (P _i ^A)	Vol. réduits du CH4 extrait après chaque équilibre (Vi)	Vo', réduits du CH4 présent dans l'aupareil à chaque équilibre (V _i ^A)
		cm ³	cm ³
1	191,86	2.522,2	17.570.9
2	159,53	2.489,4	15.048,7
3	130,78	2.479,2	12.559,3
4	103,56	2.487,9	10.080,1
5	75,97	2.567,5	7.592,2
6	46,54	2.574,2	5.024,7
7	17,27	2.450,5	2,450,5

L'extraction de l'humidité résiduelle, poursuivie pendant 5 jours à 40°, a donné 0,032 gr. d'eau. Une nouvelle extraction pendant 2 jours n'a plus donné que 0,007 gr.

Eau présente dans le charbon pendant l'adsorption . 0.059 gr. Calcul de l'espace nuisible E :

L'espace nuisible, reproduit par l'introduction dans la bombe d'une masse calculée de laiton, était de 73,80 cm³, soit 73,22 cm³ apres l'introduction ultérieure de 0,9169 gr. de ouate (volume : 0,58 cm³)

La détermination du méthane contenu dans l'espace nuisible reproduit (73,22 cm³) pour des pressions P^{E_i} très voisines des pressions des équilibres d'adsorption (P^{A_i}) a donné les chiffres suivants .

TABLEAU III

N° de la mesure	Pression de la mesure (PE)	Volumes réduits du méthane extrait après chaque mesure de pression	Volumes réduits du méthane présent à chaque pression dans l'espace nuisible reproduit (73,22 cm³)
		cm ³	cm ³
1	192,40	2.671,2	16.176,6
2	159,57	2.582,6	13.505,4
3	130,84	2.536,4	10.922,8
4	103,57	2.513,3	8.386,4
5	75,90	2.509,0	5.873,1
6	45,98	2.238,6	3.564,1
7	16,65	1.125,5	1.125,5

Par interpolation, on a obtenu les chiffres du tableau IV, qui donne le volume du méthane contenu dans l'espace nuisible réel $(73.43~{\rm cm}^3)$ aux pressions réelles (P^A_i) des équilibres d'adsorption.

TABLEAU IV

No de l'équilibre	Pressions d'équilibre (P ^A _i)	Volumes réduits du CH4 présent à cha me pression d'équilibre dans l'espace nuisible réel (73,43 cm³) (V _i ^E)						
Production.	No.	cm ³						
1	191,86	16.178,5						
2	159,53	13.540,3						
3	130,78	10.948,2						
4	103,56	8.409,5						
5	75.97	5.896,3						
6	46,54	5.420,8						
7	17,27	1.177,6						

Les volumes adsorbés à chaque pression sont alors obtenus par les différences $V^{\mathbf{A_i}}$ — $V^{\mathbf{E_i}}$. Le tableau V donne ces résultats.

TABLEAU V

Troisième expérience d'adsorption du charbon II.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,05 %.

N° de l'équilibre	Pression d'équilibre (P ^A ₁)	Volumes adsorbés en par les 84,690 gr. de charbon à 0,05 % d'eau, mis en œuvre (soit 84,651 gr. à l'état sec) (V ^A i—V ^E i)	cm ³ réduits à 0 rapportés au gramme de charbon sec	rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	191,86	1.392,4	16,45	16,77
2	159,53	1.508,4	17,82	18,17
3	130,78	1.611,1	19,03	19,40
4 .	103,56	1.670,6	19,74	20,12
5	75,97	1.695,9	20,03	20,42
6	46,54	1.603,9	18,95	19,31
7	17,27	1.272,9	15,04	15,33

SECONDE PARTIE

RESULTATS EXPERIMENTAUX

Notre travail a porté sur trois types de combustibles différents : une houille à haute teneur en matières volatiles, une houille à coke et un anthraciteux. Nous résumons les résultats de nos expériences dans les pages suivantes.

Charbon I.

Cet échantillon provenait de la Couche 31 des Charbonnages de Limbourg-Meuse. Son analyse immédiate et la détermination de la masse spécifique nous ont donné les résultats ci-dessous.

TABLEAU VI

Analyse immédiate et masse spécifique à 20° du charbon I

			Charbon tel quel	Charbon sec	Charbon «vrai»
Humidité		.%.	1,84	HT BANK	A B Allen
Mat. vol.	1	.%.	30,39	30,96	34,51
Cendres		.%.	10,09	10,28	
M 20°				1,425	71 - 41 60

L'échantillon a fait l'objet de quatre expériences d'adsorption Le poids de charbon mis en œuvre était de 82,562 grs à 1,84 % d'eau, soit 81,045 grs à l'état sec.

Une première détermination a été faite à 20°; l'échantillon tenait encore 1,42 % d'eau. Une seconde isotherme a ensuite été obtenue à 40°; l'humidité de l'échantillon n'était plus que de 1,17 %. Un troisième essai a été effectué à 0° avec 0,89 % d'eau. Enfin, après qu'une extraction prolongée avait ramené le taux d'humidité à 0,08 %, on a établi une quatrième isotherme, cette fois-ci de nouveau à 20°.

Les résultats de ces essais sont consignés dans les tableaux VII, VIII, IX et X.

TABLEAU VII

Première isotherme d'adsorption du charbon I.

Température d'équilibre : 20°.

Humidité résiduelle du charbon : 1,42 %.

Nº de l'équilibre	Pression d'équilibre (P^A_i)	Volumes adsorbés en par les 82,208 gr. de charbon à 1,42 % d'eau mis en œuvre (soit $81,043$ gr. à l'état sec) $(V^{A}_{i} - V^{E}_{i})$	cm³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	00 et 760 mm napportés au gramme de charbon « vrai »
1	175,62	1.037,8	12,81	14,28
2	159,59	1.077,7	13,30	14,82
5	144,55	1.125,4	13,89	15,48
4	129,95	1.175,4	14,50	16,16
5	115,78	1.210,7	14,94	16,65
6	101,62	1.242,5	15,33	17,09
7	86,61	1.259,2	15,54	17,32
8	72,14	1.266,9	15,63	17,42
9	55,17	1.237,4	15,27	17,02
10	37,21	1.145.9	14,14	15,76
1 1	18,72	1.008,4	12,44	13,87

TABLEAU VIII

Seconde isotherme d'adsorption du charbon I.

Température d'équilibre : 40%. Humidité résiduelle du charbon : 1,17 %.

Nº de l'équilibre	Pression d'équilibre (P^{A}_{i})	Volumes adsorbés en par les 82,002 gr. de charbon à 1,17 % d'eau mis en œuvre (soit 81,043 gr. à l'état sec) $(V^A_i - V^E_i)$	cm ³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	0° et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	159,34	1.003,3	12,38	13,80
2	128,67	1.071,4	13,22	14,73
3	113,02	1.094,7	13,51	15,06
4	97,90	1.103,3	13,61	15,17
5	81,71	1.106,1	13,65	15,21
6	65,80	1.084,8	13,39	14,92
7	48,86	1.033,0	12,75	14,21
8	31,48	911,3	11,24	12,53
9	13,99	656,3	8,10	9,03

TABLEAU IX

Troisième isotherme d'adsorption du charbon I.

Température d'équilibre : 0°. Humidité résiduelle du charbon : 0,89 %.

Nº de l'équilibre	Pression d'équilibre (P^{A}_{i})	Volumes adsorbés en par les 81,774 gr. de charbon à 0,89 % d'eau mis en œuvre (soit 81,043 gr. à l'état sec) $(V^A_i - V^E_i)$	cm³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	oo et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	176,12	1.136,9	14,03	15,64
2	157,31 .	1.236,1	15,25	17,00
3	142,27	1.314,3	16,22	18,08
4	126,75	1.381,0	17,04	18,99
5	112,70	1.448,8	17,88	19,93
6	96,18	1.495,5	18,45	20,56
7	80,45	1.538,5	18,98	21,15
8	65,37	1.549,9	19,12	21,31
9	50,35	1.534,5	18,93	21,10
10	35,40	1.499,3	18,50	20,62
1 1	19,00	1.303,8	16,09	17,99

TABLEAU X

Quatrième isotherme d'adsorption du charbon I.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,08 %.

No de l'équilibre	$\begin{array}{c} {\rm Pression} \\ {\rm d'\acute{e}quilibre} \\ {\rm (P^A}_i) \end{array}$	Volumes adsorbés en par les 81,110 gr. de charbon à 0,08 % d'eau mis en œuvre (soit 81,043 gr. à l'état sec) $(V^A_i - V^E_i)$	cm³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	o et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
3 10	101 75	1.409,3	17,39	19,38
	101./7	1.409,0	-1,59	
2	101,75	1.438,1	17,74	19,77
2	86,75			
3	86,75 72,08	1.438,1	17,74	19,77 19,93 19,58
	86,75	1.458,1 1.449,2	17,74 17,88	19,77 19,93

Les résultats des tableaux ci-dessus donnent lieu au diagramme de la figure 5.

Charbon II.

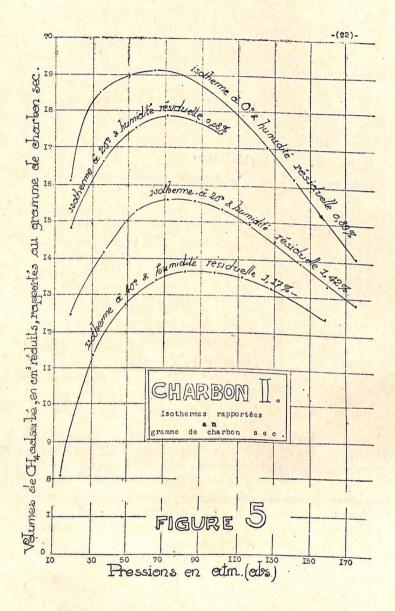
L'échantillon a été prélevé dans la Veine 4 Sud à 950 m. au siège Grand-Trait des Charbonnages Belges à Frameries. En voici les caractéristiques.

TABLEAU XI

Analyse immédiate et masse spécifique à 20° du charbon II.

	Charbon tel quel	Charbon sec	Charbon «vrai»
Humidité . % Mat. vol % Cendres % M 20°	19,88	— 20,05 1,91 1,362	20,45 — —

Le poids de charbon mis en œuvre pour les essais d'adsorption était de 85,3766 grs à 0,85 % d'eau, soit 84,6509 grs à l'état sec. On a établi trois isothermes à 20° et avec des teneurs décroissantes



d'humidité. Les tableaux XII, XIII, XIV et le diagramme de la figure 6 en donnent les résultats.

TABLEAU XII

Première isotherme d'adsorption du charbon II.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,82 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre (P ^A _i)	Volumes adsorbés en par les 85,350 gr. de charbon à 0,82 % d'eau mis en œuvre (soit 84,651 gr. à l'état sec) $(V^{A}_{i} - V^{E}_{i})$	cm ³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	oo et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	166,17	1.440,1	17,01	17,34
2	136,83	1.518,3	17,94	18,29
3	108,36	1.590,2	18,78	19,15
4	80,09	1.611,0	19,03	19,40
5	50,98	1.551,5	18,33	18,69
6	21,57	1.269,9	15,00	15,29

TABLEAU XIII

Deuxième isotherme d'adsorption du charbon II.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,27 %.

Nº de l'équilibre	Pression d'équilibre $(P^{\mathtt{A}}_{1})$	Volumes adsorbés en par les 84,880 gr. de charbon à 0,27 % d'eau mis en œuvre (soit 84,651 gr. à l'état sec) $(V^{A}_{i} - V^{E}_{i})$	cm³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	0º et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	165,69	1.479,5	17,48	17,82
2	136,60	1.585,5	18,73	19,10
3	108,38	1.651,7	19,51	19,89
4	80,17	1.683,1	19,88	20,27
5	51,14	1.616,7	19,10	19,47
6	21,93	1.349,4	15,94	16,25

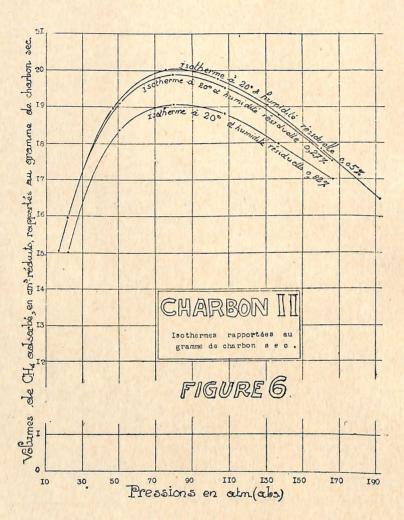


TABLEAU XIV

Troisième isotherme d'adsorption du charbon II.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,05 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre (P ^A _i)	Volumes adsorbés en par les 84,690 gr. d charbon à 0,05 % d'eau mis en œuvre (soit 84,651 gr. à l'état sec) $(V^{A_1} - V^{E}_i)$	cm³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	0º et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	191,86	1.392,4	16,45	16,77
2	159,53	1.508,4	17,82	18,17
3	130,78	1.611,1	19,03	19,40
4	103,56	1.670,6	19,74	20,12
5	75,97	1.695,9	20,03	20,42
6	46,54	1.603,9	18,95	19,31
7	17,27	1.272,9	15,04	15,33

Charbon III.

Ce charbon a été prélevé dans la Grande Veine d'Oupeye au siège Milmort de la Société des Charbonnages d'Abhooz et Bonne-Foi-Hareng. L'analyse immédiate et la détermination de la masse spécifique nous ont donné les chiffres suivants :

TABLEAU XV

Analyse immédiate et masse spécifique à 20° du charbon III.

	Charbon tel quel	Charbon sec	Charbon «vrai»
Humidité% Mat. vol% Cendres% M 20°	7,23	— 7.36 3.45 1,483	7,62 —

Le poids de charbon mis en œuvre pour les expériences d'adsorption était 85,644 grs à 1,70 % d'eau, soit 84,188 grs à l'état sec.

195

TABLEAU XVII

Deuxième isotherme d'adsorption du charbon III.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,01 %.

N° de l'équilibre	Pression d'équilibre (PA _i)	Volumes adsorbés en par les 84,193 gr. de charbon à 0,01 % d'eau mis en œuvre (soit 84,188 gr. à l'état sec) $(V^A_i - V^E_i)$	cm³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	oo et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	192,18	1.745.9	20,74	21,48
2	160,45	1.880,7	22,34	23,14
3	132,21	2.010,8	23,88	24,73
4	105,08	2.117,3	25,15	26,05
5	77,63	2.152,5	25,57	26,48
6	62,62	2.122,5	25,21	26,11
7	47,69	2.093,1	24,86	25,75
8	32,35	1.995,8	23,71	24,56
9	18,40	1.771,9	21,05	21,80

TABLEAU XVIII

Troisième isotherme d'adsorption du charbon III.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 1,56 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre (P ^A _i)	Volumes adsorbés en par les 85,525 gr. de charbon à 1,56 % d'eau mis en œuvre (soit 84,188 gr. à l'état sec) $(V^{A}_{i}-V^{E}_{i})$	rapportés au gramme de charbon sec rapportés au gramme de charbon « vrai »	е
1	191,77	1.702,2	20,22 20,94	
2	160,51	1.832,0	21,76 22,54	
5	132,01	1.955,2	23,22 24,05	
4	105,03	2.051,4	24,37 25,24	
5	77,67	2.075,1	24,65 25,53	
6	62,88	2.044,8	24,29 25,16	
7	47.78	2.006,1	23,83 24,68	
8	32,66	1.902,7	22,60 23,41	
9	18,51	1.672,3	19,86 20,57	

Les trois isothermes établies ont été obtenues à 20° et avec des teneurs en eau largement différentes.

La première isotherme a été déterminée avec une teneur en eau de 2,85 %. En réalité, l'échantillon, comprimé dans la bombe, a d'abord été séché pendant l'extraction préliminaire de l'air adsorbé. Puis on a laissé distiller dans la bombe une masse d'eau qui a ramené le taux de l'humidité à 2,85 %.

La seconde isotherme a été établie avec une humidité résiduelle de 0,01 %.

La troisième isotherme a été obtenue après avoir ramené le taux de l'humidité à 1,56 %.

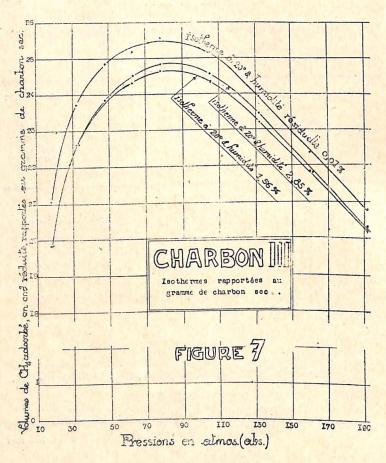
Les résultats de ces trois isothermes sont consignés dans les tableaux XVI, XVII, XVIII et représentés graphiquement à la figure 7.

TABLEAU XVI

Première isotherme d'adsorption du charbon III.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 2,85 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre (P ^A _i)	Volumes adsorbés en par les 86,661 gr. de charbon à 2,85 % d'eau mis en œuvre (soit 84,188 gr. à l'état sec) $(V^A_i - V^E_i)$	cm ³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	oo et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	192,01	1.710,4	20,32	21,05
2	160,45	1.834,3	21,79	22,57
3	132,13	1.975.5	23,47	24,31
4	105,08	2.068,0	24,56	25,44
5	77,69	2.090,7	24,83	25,72
6	62,86	2.064,5	24,52	25,40
7	47,78	2.008,9	23,86	24,71
8	32,33	1.904,2	22,62	23,43
9	18,19	1.669,5	19,85	20,54



TROISIEME PARTIE

EXAMEN DES RESULTATS EXPERIMENTAUX

§ 1. — Précision des résultats.

La principale cause d'erreurs réside dans la lecture des pressions. Le manomètre métallique de précision dont nous nous sommes servis a été étalonné à la balance jusqu'aux pressions de 80 atmosphères. Pour les pressions supérieures, l'étalonnage a été fait à l'aide d'un manomètre étalon de la firme Budenberg et Schaefer.

La comparaison des volumes $V^{\rm E}_{\rm i}$ expérimentaux permet de se rendre compte des erreurs dues aux imprécisions des mesures de pression. Le tableau ci-déssous donne les valeurs de $V^{\rm E}_{\rm i}/E$ telles

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

que nous les avons obtenues dans 6 séries de déterminations faites avec des espaces nuisibles différents (1); le rapport V^E_i/E donne le volume de méthane, mesuré à 0° et 760 mm., contenu aux différentes pressions et à 20° dans un espace de 1 cm⁸.

TABLEAU XIX

P	No de la série	V _i E E (en cm ³ a 0° et 760 mm.)	Pi	No de la série	V _i ^E E (en cm ³ a 0° et 760 mm.)
11,40	1	10,61	86,52	3	93,59
16,63	4	15,37	86,80	2	93,95
17,91	6	16,64	86,82	1	94,04
18,64	3	17,54	101,19	: 1	111,90
18,69	2	18,16	101,60	3	112,38
21,21.,	5	19,77	101,79	2	112,71
25,73	. 1	24,83	103,57	4	114,54
32,33	. 6	31,33	105,25	6	116,31
36,99	. 3	36,17	108,18	5	120,42
37,11	2	36,88	115,46	1	129,91
41,39	- 1	41,10	115,72	3	130,28
45,98	4	45,95	129,59	1	147,90
46,83	6.	46,95	129,76	3	148,02
51,00	5	.51,46.	130,84	4	149,18
54,80	2	55,87	132,27	6	150,72
54,99	3	56,11	136,80	5	156,53
56,85	1 .	58,16	144,59	3	166,52
62,32	6	64,55	159,57	4	184,45
71,98	3	75,79	159,69	3	184,82
72,10	1	75,97	160,59	6	185,43
. 72,10	2	75,93	166,37	5	192,27
75,90	4	80,21	175,42	3	202,67
77,49	6.	82,29	192,03	6	220,25
80,04	5	85,47	192,40	4	220,93

§ 2. — Forme des isothermes expérimentales.

Nécessité d'apporter des corrections aux résultats expérimentaux.

Les isothermes des figures 5, 6 et 7 présentent toutes un maximum qui, à 20°, s'établit aux environs de 75 atmosphères. La seconde isotherme du charbon I, obtenue à 40°, présente son maximum à droite de cette pression critique; la troisième, établie à 0°, l'offre à gauche. Au delà de la pression critique, les volumes de méthane fixés semblent décroître. Déjà en 1906, Dewar observa, sans foumir d'explication plausible, la décroissance apparente des volumes d'hydrogène adsorbés par un charbon de bois au delà d'une certaine pression (1).

L'explication de cette décroissance apparente est très aisée si on admet que la fixation du méthane consiste en une véritable adsorption.

Rappelons d'abord que les volumes de méthane fixés, tels qu'ils sont donnés dans la seconde partie, ont été calculés par la relation ci-dessous :

$$\mathbf{V}_{i} = \mathbf{V}^{\mathbf{A}}_{i} - \mathbf{V}^{\mathbf{E}}_{i} \tag{I}$$

dans laquelle :

V_i est le volume de méthane, en cm³ réduits, apparemment adsorbé à la pression P^A_i, par la masse de charbon mise en œuvre:

V^A_i est le volume, en cm³ réduits, du méthane présent dans l'appareil d'adsorption contenant la masse de charbon, à la pression d'adsorption P^A_i;

 $V^{\rm E}_{\rm i}$ est le volume réduit du méthane présent sous la même pression dans l'espace nuisible E.

Rappelons ensuite que le volume E de l'espace nuisible a été calculé comme ci-dessous :

$$E = V_{\text{bombe}} - (V_{\text{charb.}} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{ouate}}) \tag{II}$$

En réalité, l'espace nuisible n'est pas constant : en effet, au fur et à mesure que progresse l'adsorption, la surface active de la houille se recouvre d'une couche de méthane dont le volume est à soustraire du volume E. L'espace nuisible réel **E** est donc une fonction décroissante de la pression. C'est là l'origine de la décroissance apparente des volumes adsorbés tels qu'ils sont calculés par la relation l.

Quant aux volumes W_i , adsorbés réellement à chaque pression, il: sont donnés par la relation :

$$\mathbf{W}_{i} = \mathbf{V}_{i} \begin{bmatrix} \frac{\delta_{20}}{\delta_{20}} & \frac{0,0007168 \text{ V}_{i}^{E}}{E} \end{bmatrix}$$
(III)

dans laquelle 820 est la densité de la couche adsorbée.

Voici comment s'établit cette relation : Le poids du litre normal du méthane étant 0.7168~gr., le poids du méthane adsorbé réellement \mathbf{W}_1 sera :

Si la densité de la couche adsorbée est δ20, son volume sera

L'espace nuisible réel **E**_i à la pression P^A_i sera donc

$$\mathbf{E}_{i} = \mathbf{E} - \frac{0.7168 \times \mathbf{W}_{i}}{1000 \, \delta_{20}}$$

Cet espace libre réel contient sous la pression P^{A_1} un volume réduit de méthane que l'on peut déduire du volume V^{E_1} usité dans la relation I.

Ce volume sera :

$$\mathbf{E} \left[\begin{array}{c} \mathbf{V}_{i}^{\mathrm{E}} \\ \hline \mathbf{E} \end{array} \right]$$

ou

$$\left[E - \frac{0,7168 \ \mathbf{W_1}}{1000 \ \delta_{20}}\right] \frac{V_i^E}{E}$$

Le volume de méthane adsorbé réellement devient ainsi :

$$\mathbf{W}_{i} = \mathbf{v}_{i}^{A} - \left[\mathbf{E} - \frac{0.7168 \ \mathbf{W}_{i}}{1000 \ \delta_{20}}\right] \frac{\mathbf{v}_{i}^{E}}{E}$$

^{(1) «} Dewar on the other hand, found that at —1856 C charcoal sorbed at 1, 5, 10, 15, 20 and 25 atmospheres 92.5, 138.1, 156.7, 149.3, 145.5 and 138.1 c.c., respectively, of hydrogen measured at N.T.P. This he regarded as constant sorption over the whole range of higher pressures. » [Extrait du livre de Mc Bain: The Sorption of Gases by Solids (George Routledge and Sons, London), 1932, p. 107.]

ou

$$\mathbf{W}_{i} = \left[\begin{array}{cc} \mathbf{V}_{i}^{A} - \mathbf{V}_{i}^{E} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} \hat{\delta}_{20} \\ \\ \hat{\delta}_{20} - 0,0007168 \begin{array}{c} \mathbf{V}_{i}^{E} \\ \end{array} \right]$$

En se souvenant que :

$$\mathbf{V}_{i} = \mathbf{V}^{\mathbf{A}}_{i} - \mathbf{V}^{\mathbf{E}}_{i}$$

on obtient finalement :

$$\mathbf{W_{i}} = \mathbf{V_{i}} \begin{bmatrix} \frac{\delta_{20}}{\delta_{20}} & \frac{\mathbf{V_{i}^{E}}}{\mathbf{E}} \end{bmatrix}$$
(III)

relation qui donne les volumes adsorbés réellement Wi, en fonction des volumes adsorbés expérimentaux V_i, tels que nous les avons calculés dans la seconde partie.

Cela étant, la forme des isothermes expérimentales s'explique aisément.

Si I'on pose :

$$\left[\frac{\delta_{20}}{\delta_{20} - 0,0007168 \frac{V_i^E}{E}} \right] = K ,$$

la relation III pourra s'écrire :

$$\mathbf{W}_{i} = \mathbf{v}_{i} \; \mathbf{K}$$

 $\mathbf{v}_{i} = \frac{\mathbf{w}_{i}}{K}$ (V)

Le terme K est une fonction croissante de la pression $[V_i/E = f(P_i)]$. Sa valeur, qui est égale à l'unité pour une pression nulle, croît constamment quand la pression s'élève.

Les volumes adsorbés apparents $\mathbf{V}_i = \mathbf{W}_i/K$ ne sont donc qu'une fraction des volumes adsorbés réellement, fraction d'autant plus petite que la valeur de K augmente au fur et à mesure que la pres-

D'un autre côté, l'adsorption aboutit finalement à un état de saturation : à partir d'une certaine pression, l'augmentation des volumes adsorbés s'annule donc

$$\Delta W = 0$$
.

Il n'en est pas de même de K, dont la valeur ne cesse d'augmenter : les volumes adsorbés apparents doivent donc finalement lécroître quand AW devient insuffisant.

§ 3. — Calcul de la densité à 20° de la couche adsorbée.

L'emploi de la relation III pour la correction des isothermes expérimentales est subordonné à la connaissance de la densité de la phase adsorbée. En réalité, on ne possède aucun renseignement précis à ce sujet.

Toutefois, sous certaines réserves, que nous formulons plus loin, il nous est possible de déduire de nos expériences mêmes une valeur approchée de δ_{20} .

Dans la plupart de nos essais, les pressions ont été poussées jusque 190 atmosphères, soit près de 120 atmosphères au-dessus du maximum : il est probable qu'à ces fortes pressions, l'augmentation des volumes adsorbés est nulle. Le calcul de la densité, basé entièrement sur ce postulat, peut alors se faire comme suit :

Soit par exemple les deux équilibres supérieurs de la troisième isotherme du charbon Il (voir p. 190):

$$P^{A}_{1} = _{191,86} \text{ atm.}$$
 $V_{1} = _{1.592,4} \text{ cm}^{3}$ $V^{E}_{1}/E = _{220,53} \text{ cm}^{3}$ $V_{2} = _{159,53} \text{ atm.}$ $V_{2} = _{1.508,4} \text{ cm}^{3}$ $V^{E}_{2}/E = _{184,40} \text{ cm}^{3}$

Les valeurs corrigées W₁ et W₂ des volumes adsorbés sont donnés par la relation III:

$$\mathbf{W}_{1} = \mathbf{V}_{1} \begin{bmatrix} \frac{\delta_{20}}{\delta_{20} - 0,0007168 \frac{\mathbf{V}_{1}^{E}}{E}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W}_{2} = \mathbf{V}_{2} \begin{bmatrix} \frac{\delta_{20}}{\delta_{20} - 0,0007168 \frac{\mathbf{V}_{2}^{E}}{E}} \end{bmatrix}$$

Admettons l'état de saturation du charbon à partir de 159,53 atmosphères (PA2), ce qui revient à poser :

$$\mathbf{W}_{1} = \mathbf{W}_{2}$$

Nous aurons:

$$\mathbf{V}_{1} \left[\frac{\delta_{20}}{\delta_{20} - 0,0007168} \frac{V_{1}^{E}}{V_{E}} \right] = \mathbf{V}_{2} \left[\frac{\delta_{20}}{\delta_{20} - 0,0007168} \frac{V_{2}^{E}}{E} \right]$$

doù l'on tire :

$$\delta_{20} = \frac{0,0007168 \left[\mathbf{V}_1 \frac{\mathbf{V}_2^{\mathrm{E}}}{\mathrm{E}} - \mathbf{V}_2 \frac{\mathbf{V}_1^{\mathrm{E}}}{\mathrm{E}} \right]}{\mathbf{V}_1 - \mathbf{V}_2}$$

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

203

$$\delta_{20} = \frac{0,0007168 (1392.4 \times 184.40 - 1508.4 \times 220.33)}{1392.4 - 1508.4}$$

$$\delta_{20} = 0.467$$

Nous avons ainsi une valeur de δ_{20} qui, introduite dans la relation (III), permet de corriger les résultats expérimentaux.

Toutefois, cette valeur de δ_{20} se trouve grevée de toutes les erreurs d'observation, dont les plus importantes proviennent des inexactitudes commises dans la détermination du volume E de l'espace nuisible (1) et de l'imprécision des mesures de pressions fournies par le manomètre métallique.

Nous avons résumé dans le tableau XX ci-dessous les résultats du calcul de δ_{20} à partir des deux équilibres supérieurs des isothermes pour lesquelles les plus fortes pressions ont été mises en œuvre. En prenant la moyenne de ces résultats, on éliminera dans une certaine mesure les causes d'erreurs auxquelles peut être sujette chaque détermination isolée.

TABLEAU XX

			the Manual Company of the same of	Maria Maria
N° du charbon	N° de l'isotherme	PA ₁ et PA ₂	\mathbf{V}_1 et \mathbf{V}_2	820
		atm.	cm ³	
I	1	175,62	1.037,8	0,485
L War	But I for a	159,59	1.077,7	
II	3	191,86	1.392,4	0,467
177		159,53	1.508,4	
III	1	192,01	1.710,4	0,504
rm.		160,45	1.834,3	
III	2	192,18	1.745.9	0,485
111		160,45	1.880,7	
III	3	191,77	1.702,2	0,483
	English Zo	160,51	1.832,0	
	Ecart maximum	: 0,037	Moyenne: 0,2	485

⁽¹⁾ La détermination de K peut être sujette à une erreur systématique. Elle implique en effet la connaissance de la masse spécifique vraie de la houille. Celle-ci est déterminée au pycnomètre avec de l'alcool à 20 % d'eau. Or rien ne permet d'affirmer que l'alcool réussit à pénétrer dans les plus petits espaces intercolloïdaux. Une erreur systématique peut denc être commise de ce chef.

La concordance de ces chiffres est très satisfaisante si l'on tient compte du grand nombre de causes d'erreurs possibles.

Il est intéressant de comparer cette densité avec celles du méthane liquide à différentes températures. Par extrapolation du tableau ci-dessous, on voit que la densité du méthane condensé au zéro absolu a une valeur probablement voisine de 0,5, valeur que nous avons trouvée pour le CH₄ adsorbé.

TABLEAU XXI

Température.	Densité.
—161,5° C	0.4045
	0,4245
—160	0,4222
 150	0,4075
— 140	0,3916
—130	0,3742
-120	0,3547
—110	0,5324
-100	0,3050
— 90	0,2668
— 82,1	0,1615

Rappelons toutefois que, indépendamment des causes d'erreurs citées plus haut, l'exactitude de la densité que nous venons de calculer est conditionnée par la validité d'un postulat admettant la constance au-dessus de 160 atmosphères des volumes adsorbés réellement.

Ce dernier point est à vérifier dans de prochaines expériences, au cours desquelles nous pousserons la pression jusque 400 atmosphères.

§ 4. — Les isothermes corrigées.

Sous les réserves formulées au paragraphe précédent, nous donnons dans les tableaux et figures qui suivent les résultats corrigés des isothermes obtenues à 20°. On verra que la correction, peu impor-

tante pour les basses pressions, croît rapidement avec la pression pour atteindre une valeur de 50 % environ pour les plus fortes pressions mises en œuvre.

Comme nous n'avons établi qu'une seule isotherme à 0° et 40°, nous n'avons pas fait le calcul de la densité de la couche adsorbée à ces températures. Ce calcul, pour être quelque peu précis, ne peut, en effet, être basé sur les résultats d'une expérience isolée Les isothermes pour ces températures n'ont donc pas été corrigées

TABLEAU XXII

Résultats corrigés de la première isotherme d'adsorption du charbon I.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 1,42 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre $(P^{\underline{A}}_i)$	Volumes adsorbés en par les 82,208 gr. de charbon à 1,42 % d'eau mis en œuvre (soit 81,043 gr. à l'état sec) (W _i)	cm ³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	oo et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1 ~	175,62	1.482,3	18,29	20,39
2	159,59	1.482,4	18,29	20,39
3	144,55	1.492,7	18,42	20,53
4	129,95	1.505,3	18,57	20,70
5	115,78	1.499,6	18,50	20,62
6	101,62	1.490,1	18,39	20,49
7	86,61	1.461,6	18,03	20,10
8	72,14	1.427,2	17,61	19,63
9	55,17	1.349,8	16,65	18,56
10	37,21	1.211,1	14,94	16,66
1 1	18,72	1.035,3	12,78	14,24

TABLEAU XXIII

Résultats corrigés de la quatrième isotherme d'adsorption du charbon I.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,08 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre (P^{A}_{i})	Volumes adsorbés en par les 81,110 gr. de charbon à 0,08 % d'eau mis en œuvre (soit 81,043 gr. à l'état sec) (W _i)	cm³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	oo et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	101,75	1.690,5	20,86	23,25
2	86,75	1.669,8	20,60	22,96
3	72,08	1.632,3	20,14	22,45
4	54.97	1.553,1	19,16	21,36
5	37,19	1.427,3	17,61	19,63
6	18,72	1.233,3	15,22	16,96

TABLEAU XXIV

Résultats corrigés de la première isotherme d'adsorption du charbon II.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,82 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre $\left(P^{A}_{i}\right)$	Volumes adsorbés en par les 85,350 gr. de charbon à 0,82 % d'eau mis en œuvre (soit 84,651 gr. à l'état sec) (W _i)	cm ³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	o et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	166,17	2.010,8	23,75	24,22
2	156,83	1.975,4	23,34	23,79
5	108,36	1.935,3	22,86	23,31
4	80,09	1.844,2	21,79	22,21
5	50,98	1.679,2	19,84	20.22
6	21,57	1.308,9	15,46	15.76

TABLEAU XXV

Résultats corrigés de la deuxième isotherme d'adsorption du charbon II.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,27 %.

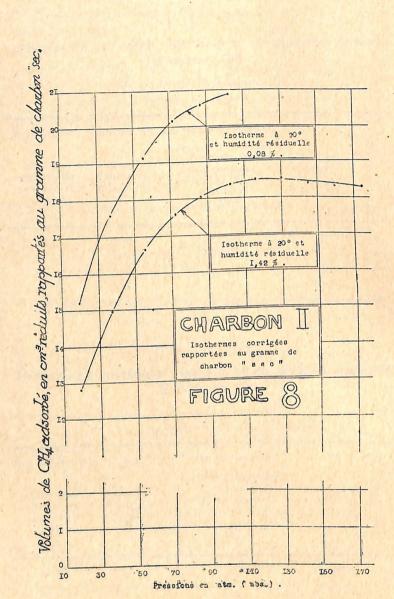
N° de l'équilibre	Pression d'équilibre $(P^{\underline{A}}_{i})$	Volumes adsorbés en par les 84,880 gr. de charbon à 0,27 % d'eau mis en œuvre (soit 84,651 gr. à l'état sec) (Wi)	cm ³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	o et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	165,69	2.063,4	24,37	24,85
2	136,60	2.061,7	24,35	24,83
3	108,38	2.010,2	23,75	24,21
4	80,17	1.927,0	22,76	23,21
5	51,14	1.750,2	20,68	21,08
, 6	21,93	1.391,6	16,44	16,76

TABLEAU XXVI

Résultats corrigés de la troisième isotherme d'adsorption du charbon II.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,05 %.

Nº de l'équilibre	Pression d'équilibre $(P^{\mathtt{A}_1})$	Volumes adsorbés en par les 84,690 gr. de charbon à 0,05 % d'eau mis en œuvre (soit 84,651 gr. à l'état sec) (W ₁)	em³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	191,86	2.064,8	24,39	24,87
2	159,53	2.073,5	24,49	24,97
3	130,78	2.066,5	24,41	24,89
4	103,56	2.011,0	23,76	24,22
5	75,97	1.924.3	22,73	23,17
6	46,54	1.722,5	20,35	20,74
7	17,27	1.303,8	15,40	15,70



ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

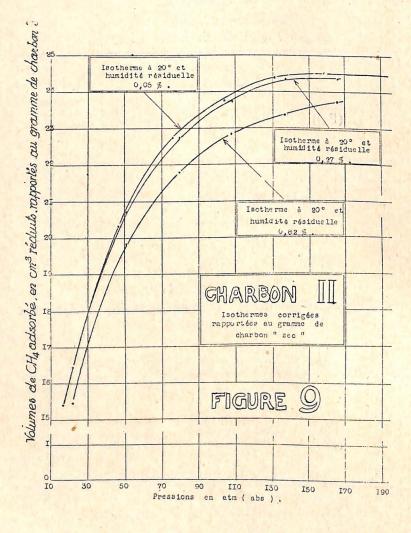


TABLEAU XXVII

Résultats corrigés de la première isotherme d'adsorption du charbon III.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 2,85 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre (P ^A _i)	Volumes adsorbés en par les 86,661 gr. de charbon à 2,85 % d'eau mis en œuvre (soit 84,188 gr. à l'état sec) (W _i)	cm³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	o et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	192,01	2.535,8	30,12	31,20
2	160,45	2.525,8	30,00	31,07
3	132,13	2.540,9	30,18	31,26
4	105,08	2.496,3	29,65	30,71
5	77,69	2.381,1	28,28	29,29
6	62,86	2.284,6	27,14	28,11
7	47,78	2.162,4	25,69	26,60
8	32,33	1.996,6	23,72	24,56
9	18,19	1.712,4	20,34	21,07

TABLEAU XXVIII

Résultats corrigés de la deuxième isotherme d'adsorption du charbon III.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 0,01 %.

No de l'équilibre	Pression d'équilibre (P ^A _i)	Volumes adsorbés en par les 84,193 gr. de charbon a 0,01 % d'eau mis en œuvre (soit 84,188 gr. à l'état sec) (W _i)	cm ³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	oo et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	192,18	2.589,5	30,76	31,86
2	160,45	2.589,8	30,76	31,86
5	152,21	2.586,7	30,73	31,82
4	105.08	2.555,8	30,36	31,44
5	77,63	2.451,3	29,12	50,16
6	62,62	2.347.7	27,89	28,88
7	47,69	2.252,7	26,76	27,71
8	32,35	2.092,8	24,86	25.75
9	18,40	1.818,0	21,59	22,37

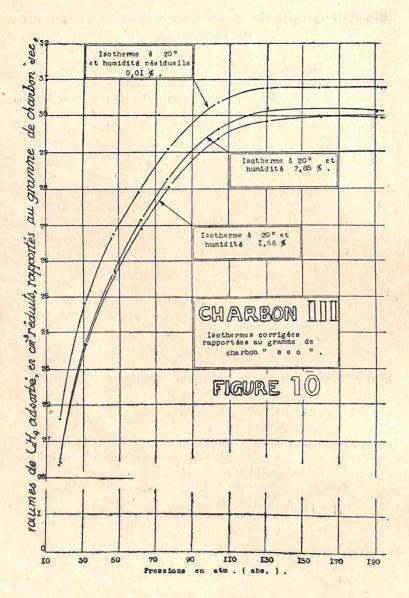


TABLEAU XXIX

Résultats corrigés de la troisième isotherme d'adsorption du charbon III.

Température d'équilibre : 20°. Humidité résiduelle du charbon : 1,56 %.

Nº de l'équilibre	Pression d'équilibre (P ^A _i)	Volumes adsorbés en par les 85,525 gr. de charbon à 1,56 % d'eau mis en œuvre (soit 84,188 gr. à l'état sec) (Wi)	cm ³ réduits à rapportés au gramme de charbon sec	oo et 760 mm rapportés au gramme de charbon « vrai »
1	191,77	2.522,1	29,96	31,03
. 2	160,51	2.523,1	. 29,97	31,04
3	132,01	2.513,7	29,86	30,93
4	105,03	2.476,1	29,41	30,46
5	77,67	2.363,3	28,07	29,08
6	62,88	2.262,9	26,88	27,84
7.	47.78	2.159,4	25,65	26,57
8	32,66	1.996,4	23.71	24,56
9	18,51	1.716,1	20,38	21,11

CONCLUSION

Le présent travail met en évidence le rôle des divers facteurs qui régissent les équilibres du système méthane-houille.

a) Le pouvoir de fixation des houilles pour le méthane est une fonction croissante de leur degré d'évolution. Cette loi, que nous avons déduite de nombreuses déterminations faites sous la pression atmosphérique, est confirmée par le présent travail dans le domaine des hautes pressions.

L'explication en est très aisée si l'on admet l'hypothèse de l'adsorption. La houille est de nature colloïdale. Tout comme le gel de silice, sa masse est formée de l'empilement d'innombrables amas plurimoléculaires submicroscopiques. Le méthane est fixé par adsorption à la surface de ces granules colloïdaux. Dans les houilles jeunes, la surface des colloïdes est empâtée par de l'eau et une foule de produits organiques. Ce sont entre autres des termes supérieurs des

hydrocarbures saturés et non saturés. Ceux-ci, tels quels ou légèrement craqués, forment d'ailleurs les produits de tête de la distillation primaire. Ces liquides préexistants sont adsorbés au substratum granulaire. Pendant nos déterminations du pouvoir adsorbant, l'extraction préliminaire par le vide élimine tous les produits qui gardent une tension résiduelle : ce sont l'eau et les premiers termes des hydrocarbures. Les produits moins volatils ne peuvent être éliminés à la température ordinaire, même par une extraction prolongée.

Une partie de la surface active restant ainsi occupée, on conçoit que les volumes de méthane adsorbés par les houilles jeunes ne peuvent dépasser une certaine valeur.

Dans les houilles de plus en plus évoluées, ces liquides organiques diminuent progressivement et la surface active se trouve ainsi augmentée. D'autre part, la « carbonisation » de chaque granule crée à l'intérieur de celui-ci « une surface active secondaire ». Celle-ci, joignant son action à la « surface active primaire », communique à l'anthracite son pouvoir adsorbant élevé.

- b) En ce qui concerne l'influence de la pression, objet principal du travail, nous avons montré comment l'hypothèse de l'adsorption permet d'interpréter la forme inadmissible des isothermes expérimentales. Nous avons été amenés à corriger celles-ci en adoptant, pour la densité de la couche adsorbée, une valeur déduite de nos expériences mêmes. Quelques doutes pouvant subsister à ce sujet, nous nous proposons dans de prochaines déterminations de pousser la pression jusque 400 atmosphères.
- c) Les deux isothermes que nous avons établies à 0° et à 40° (charbon l) montrent l'influence de la température. Toutefois, nous n'avons pu corriger les isothermes de ces températures, étant donné que la densité de la couche adsorbée pour une température ne peut être déterminée avec quelque certitude qu'en se basant sur de nombreux essais. D'autre part, ces deux isothermes étant obtenues avec des teneurs en eau différentes, ne sont pas strictement comparables. A ce point de vue, notre travail devrait donc être poursuivi.
- d) L'influence de l'humidité est loin d'être aussi importante que nous le pensions à priori. A ce point de vue, les isothermes du charbon III présentent une anomalie; l'isotherme du charbon à 2,85 % d'eau se trouve au-dessus de celle relative à 1,56 %. En réalité, pour des teneurs croissantes en eau, l'influence de l'humidité cesse de se faire sentir une fois que le charbon est saturé d'eau. L'eau

en excès ajoutée n'a plus d'autre effet que de mouiller le charbon. Nous pensons que les deux isothermes inférieures du charbon Ill devraient se confondre et que les écarts résultent des erreurs inévitables d'observation. A ce point de vue aussi, notre travail devra être poursuivi en nous limitant aux basses pressions, ce qui permettra l'emploi d'un manomètre d'autant plus sensible.

* * *

Il résulte de notre travail que les veines grisouteuses ne peuvent fixer plus de 50 m³ (réduits à 0° et 760 mm.) de méthane à la tonne. En tenant compte du méthane resté libre dans les vides, le chiffre de 40 m³ réduits à la tonne ne semble pas pouvoir être dépassé (1).

Ce chiffre, qui se rapporte à une houille maigre, est un maximum, et s'abaisse au fur et à mesure que l'on remonte dans la catégorie des houilles jeunes, d'autant plus que la température du gisement est notablement supérieure à 20°.

Il serait intéressant de pouvoir comparer cet ordre de grandeur avec les volumes de grisou réellement contenus dans les veines grisouteuses. Malheureusement, nous ne possédons aucun renseignement précis à ce sujet.

Dans les expériences d'extraction de grosses gaillettes par broyage dans le vide, on obtient des volumes de gaz inférieurs à ceux du gisement. En effet, les échantillons soumis au broyage ont subi un dégazage qui, commencé longtemps avant l'abatage même, s'est poursuivi jusqu'au moment de l'introduction de l'échantillon dans le broyeur. L'échantillon ne contient alors plus que les « queues » de désorption, souvent très riches en hydrocarbures supérieurs.

D'autre part, on ne peut se baser sur les mesures du débit gazeux des chantiers. Cette méthode donne des indications de la plus

⁽¹⁾ Pour fixer les idées, prenons le cas de notre anthracite à 1,56 % d'eau. Admettons une température de gisement hypothétique de 20° et une pression de 100 atm. dans la phase gazeuse. Donnons aux vides de la houille (réduite déjà par la couche de méthane et l'eau absorbées) un volume d'environ 100 l. à la tonne.

Le nombre approximatif de m³ de méthane réduit retenu par tonne se calcule alors comre suit :

grande importance pour l'exploitation (1). Toutefois, comme l'a

montré M. Breyre, les débits trouvés ne représentent pas seulement

le grisou du charbon extrait. L'exploitation cause une perturbation

dans la couche et les terrains encaissants créant ainsi des drains

nouveaux et accentuant les cassures préexistantes. Toute la veine et

même les veines voisines, dans un rayon plus ou moins étendu,

peuvent ainsi déverser une partie de leur grisou au point de mesure.

Il nous est donc actuellement impossible de savoir si les volumes

215

observations.

sont inconnus, aux températures ordinaires du moins. Bien plus, un liquide abandonne, lors de sa solidification, le gaz qu'il tenait en dissolution.

Comme la dissolution implique la réversibilité, on ne peut invoquer le cas de la clévéite, minéral uranifère, qui, par chauffage au rouge, abandonne de l'hélium préexistant; en effet, en laissant le minéral se refroidir dans l'hélium dégagé, ce demier n'est pas repris.

On peut donc éprouver quelque peine à admettre que, parmi les corps solides, la houille puisse seule avoir la propriété de dissoudre non seulement le méthane, mais absolument tous les gaz (2).

Les arguments invoqués par M. Audibert en faveur de l'hypothèse de la dissolution sont au nombre de deux.

Le premier est basé sur le dégagement du grisou vierge :

« Dans un ballon en verre, dont le col, fermé à la lampe, est pourvu latéralement d'une tubulure en U, et qui est prolongé à sa partie inférieure par une tubulure rectiligne, on introduit des grains de houille calibrés contenant encore une certaine quantité de méthane vierge. On dirige ensuite à travers le ballon un courant, d'assez fort débit, de méthane pur, pendant un temps suffisant pour éliminer complètement l'air qu'il contient; cela sait, on ferme à la lampe la tubulure inférieure, on bouche la tubulure en U au moyen d'une colonne de mercure, et on place le ballon dans un cryostat dont la température demeure constante au centième de degré près. On suit alors, au moyen des déplacements de la colonne de mercure, les variations de la pression intérieure et on trace la courbe qui représente sa valeur en fonction du temps. »

Avec de la houille des mines de la Loire, en grains de 5 à 10 millimètres ou de 0, mm 3 à 0, mm 5, on a enregistré les courbes que reproduisent les figures 11 et 12.

synthèse dans un mémoire publié récemment (1). Il nous paraît opportun de présenter dès maintenant quelques Tout d'abord, les phénomènes de dissolution véritable au solide

de grisou des gisements vierges dépassent par tonne de houille les 40 m³ compatibles avec nos données expérimentales. On a quelque peine à le croire, si l'on songe que 40 m³ de méthane représentent une masse de 29 kgs, qui occupe, sous la densité maximum de l'état liquide (D. 0,5), un volume d'environ 58 litres.

Nous avons admis que la fixation du méthane par les houilles résulte en ordre principal de la mise en œuvre de phénomènes d'adsorption à la surface du substratum colloïdal des houilles. Dans un prochain mémoire, nous présenterons l'ensemble des arguments qui justifient cette manière de voir; des expériences, actuellement en voie d'achèvement, apportent à celle-ci une confirmation qui nous semble décisive (2).

Nous appelons coefficient de température le rapport entre les volumes adsorbés à 0º et 20º. Pour le méthane, nous aurons ainsi :

 $\mathbf{K}_{\text{houille}}^{\text{CH}^4} = \frac{\text{volume CH}^4 \text{ adsorbé à 00}}{\text{volume CH}^4 \text{ adsorbé à 200}}$

Pour le charbon actif, nous avons de même :

K CH⁴ charbon act. = volume CH⁴ adsorbé à 200 volume CH⁴ adsorbé à 00

Pour chaque gaz, nous constatons que les coefficients de température de la houille et du charbon actif sont identiques :

 $K_{\text{houille}}^{\text{H2}} = K_{\text{charbon actif}}^{\text{H2}} \dots K_{\text{houille}}^{\text{CO}} = K_{\text{charbon actif}}^{\text{CO}}$ et ainsi de suite. C'est ainsi que pour le méthane

K CH⁴ houille et K CH⁴ charbon actif sont respectivement 1,44 et 1,41.

Cette identité entre les coefficients de température n'est possible que si l'anthracite et le charbon actif fixent les gaz par l'intervention d'un même phénomène. La fixation des gaz par les houilles résutle donc de la mise en œuvre des phénomènes d'adsorption caractéristiques des « charbons actifs ».

⁽¹⁾ Ad. Breyre : « Le dégagement grisouteux des couches de houille en Belgique »; Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie Appliquée. — Paris 1935.

(1) Dans ces expériences, nous comparons les volumes de divers gaz

⁽H², CO, N², CH⁴, CO², C²H⁶, C³H⁸) absorbés sous une pression d'équilibre de 760 mm, d'une part par un anthracite, d'autre part par un « charbon actif ». Les expériences sont faites à 06 et 200

⁽¹⁾ Mémoire déjà cité à la note 1 de la page 172. (2) En effet, la houille fixe d'une façon parfaitement réversible non seulement le méthane mais absolument tous les gaz.

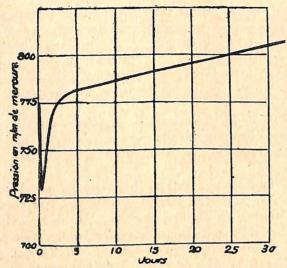


Fig. 11. — Variation de la pression dans une enceinte pleine de méthane et contenant de la houille des mines de la Loire en grains de 3 à 5 dixièmes de millimètre.

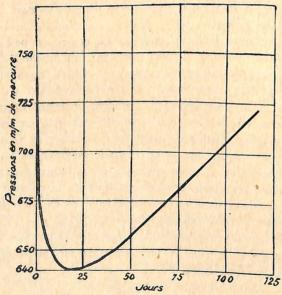


Fig. 12. — Variation de la pression dans une enceinte pleine de méthane et contenant de la houille des mines de la Loire en grains de 5 à 10 mm.

D'après M. Audibert, « le fait que, dans les expériences sur la houille, la pression commence par décroître pour se mettre ensuite à monter, entraîne dès lors comme conséquence qu'une fraction au moins du méthane contenu dans le solide obéit à des lois qui ne sont pas celles de l'adsorption. Cette fraction ne peut être que dissoute. »

En réalité, l'explication des diagrammes est très simple si l'on tient compte de la facilité avec laquelle la houille s'oxyde à l'air.

Comme les morceaux de houille mis en œuvre débitent encore du « méthane vierge », il est évident que la partie centrale des grains n'a pu être atteinte par l'air. Il n'en est pas de même de la partie superficielle où l'air a pu pénétrer plus ou moins facilement. Au bout d'un certain temps d'exposition, le grain se trouve ainsi oxydé jusqu'à une certaine profondeur. Les échanges avec l'air se poursuivant, la surface active déjà oxydée se recouvre par adsorption de nouvelles molécules d'oxygène et d'azote.

Au début de l'expérience, on déplace l'air du ballon par du méthane; il n'en reste pas moins que l'excédent d'oxygène et l'azote fixés sur la surface active déjà oxydée n'ont ainsi pu être éliminés que très partiellement.

Dès lors, après le scellement du ballon, les phénomènes d'oxydation vont se poursuivre.

Les molécules d'oxygène adsorbées à la surface active de la partie plus ou moins superficielle du grain vont migrer petit à petit vers la partie centrale, restée inaltérée; une partie de ces molécules y disparaît définitivement par oxydation.

Cette perte en oxygène dégarnit ainsi partiellement une partie de la surface active. D'autre part, elle ne peut être compensée que par un emprunt soit à la phase gazeuse du ballon, soit au courant de méthane venant de la partie centrale du grain.

Or, les parties terminales des courbes montrent que le dégagement de méthane ne se fait que très lentement.

La perte en oxygène sera donc compensée principalement par un emprunt à l'atmosphère gazeuse du ballon : la pression de celle-ci diminuera.

Plus tard, quand la pression partielle de l'oxygène devient insuffisante, les phénomènes d'oxydation se ralentissent et, le dégagement de méthane de la partie centrale prévalant, la pression de la phase gazeuse du ballon se met à remonter pour dépasser finalement la pression initiale de l'expérience. La forme spéciale des courbes de dégagement ne constitue donc

aucune objection à l'hypothèse de l'adsorption; celle-ci en donne une

interprétation très aisée. Il est vrai que l'interprétation pourrait à la

rigueur se faire d'une façon fort semblable en admettant l'hypothèse

de la dissolution. Cependant, étant donné la forme de raisonnement adoptée par M. Audibert, l'expérience, comme telle et avec ses

deux interprétations possibles, perd toute valeur comme argument.

Le second argument consiste en une isotherme de fixation que

219

les combustibles jeunes se trouveraient privilégiés à ce point de vue. Or, nous savons que le pouvoir de fixation des houilles est une fonction croissante de leur degré de minéralisation (fig. 1). L'hypothèse de l'adsorption seule en donne jusqu'à présent une explication rationnelle.

Nous reprendrons cette question dans une prochaine étude d'ensemble. Quel que soit d'ailleurs l'intérêt que présente la connaissance du mécanisme de la fixation du méthane pour les houilles, aucune discussion d'ordre théorique ne pourra modifier les données expérimentales que nous venons de présenter dans ce travail.

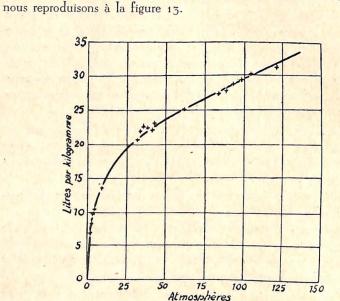


Fig. 13. — Isotherme de fixation du méthane par une houille.

Celle-ci, dans sa forme même, est en contradiction avec les multiples courbes que nous avons obtenues pour trois types de houille différents. Les nombreux détails et chiffres que nous avons donnés au long de cette note montrent d'ailleurs que la seule isotherme de fixation que l'on puisse expérimentalement obtenir doit avoir la forme spéciale des courbes représentées aux figures 5, 6 et 7, et l'hypothèse de l'adsorption semble seule pouvoir les interpréter.

Il faut donc bien conclure qu'aucune preuve n'est actuellement apportée en faveur de l'hypothèse de la dissolution. Celle-ci est d'ailleurs en contradiction avec les faits. En effet, si les complexes organiques de la houille dissolvaient le méthane, il est évident que

NOTES DIVERSES

Sur un accident dû au glissement d'un câble d'extraction sur une poulie Koepe

PAR

H. FRÉSON,
Ingénieur au Corps des Mines, à Bruxelles.

Le but de la présente note est d'indiquer dans quelles circonstances une machine d'extraction électrique à poulie Koepe, munie de dispositifs de sécurité nombreux et généralement efficaces, a pu donner lieu à un accident, par suite d'une intervention inopportune du machiniste et d'une disposition assez particulière du puits d'extraction.

Les cages ayant abordé à vitesse excessive les niveaux des recettes extrêmes, la cage montante s'engagea dans les guides évite-molettes, tandis que la cage descendante heurta violemment un plancher de protection établi sous la recette inférieure.

Des 45 ouvriers qui se trouvaient dans la cage descendante, la plupart furent plus ou moins grièvement blessés; trois d'entre eux moururent des suites de leurs blessures.

L'accident s'est produit le 9 mai 1935, vers 22 heures, au siège d'Eysden des Charbonnages Limbourg-Meuse, au cours d'une translation de personnel opérée par l'une des machines Koepe du puits d'entrée d'air.

Machine d'extraction.

La poulie Koepe, de 6 mètres de diamètre, est calée sur l'arbre commun de deux moteurs à courant continu de 1.300 HP. chacun à excitation compound, dont le circuit dérivé est alimenté sous tension constante; le courant leur est fourni par un groupe Léonard-Ilgner, comprenant un moteur asynchrone de 1.950 HP et deux dynamos de 1.015 kw., dont l'excitation indépendante est commandée par la position du levier de marche, actionnant un rhéostat.

Le machiniste dispose en outre d'un second levier commandant l'admission d'air comprimé sous le piston fermant le frein de la machine, pour l'exécution des manœuvres.

Dispositifs de sécurité.

Ce même frein peut agir automatiquement comme frein de sécurité, et se ferme dans ce cas par l'action d'un contrepoids, normalement maintenu relevé par la pression de l'air comprimé admis en permanence sous le piston.

La fermeture automatique du frein s'obtient par la mise à la position d'échappement d'un robinet à voies multiples, qui provoque la descente du contrepoids et qui, dans la même position, supprime l'arrivée d'air comprimé permettant au machiniste d'actionner le frein comme frein de manœuvre.

Il résulte de cette disposition que les deux modes de freinage, manœuvre et sécurité, ne peuvent pas être appliqués simultanément, et qu'en cas de fonctionnement automatique du frein, le couple de freinage mécanique est limité à une valeur déterminée par l'importance du contrepoids et indépendante de l'action du machiniste.

Il existe d'autre part, entre la tige du piston soulevant le contrepoids et le levier de marche, une liaison mécanique telle qu'au cours de la descente du contrepoids, descente qui dure 2 3/5 secondes, ce levier est ramené à la position de repos. Ce mouvement provoque un freinage électrique, venant s'ajouter au freinage mécanique dont il est question ci-dessus, les moteurs d'extraction fonctionnant à ce moment comme générateurs.

Le couple total de freinage dépend des caractéristiques de l'ensemble, ainsi que de la charge des cages et de la vitesse de celles-ci au moment du déclenchement du frein automatique; ce couple peut être limité à une valeur telle que, dans les conditions normales, il produise un glissement de câble nul, ou en tout cas faible.

Toutefois, comme la liaison qui existe entre la tige du contrepoids et le levier de marche permet à celui-ci de devancer son mouvement de rappel vers la position de repos, il suffit que le machiniste intervienne dans ce sens pour que le couple de freinage électrique se trouve augmenté. Un dash-pot à huile, dont ce levier est solidaire, s'oppose cependant à une manœuvre trop brutale.

Enfin, au moment où le contrepoids arrive à fond de course, il

provoque l'ouverture du disjoncteur inséré dans le circuit des moteurs d'extraction et des dynamos du groupe, de sorte que le circuit principal à courant continu est coupé et que le freinage électrique cesse.

La mise à la position d'échappement du robinet à voies multiples est commandée par la chute de l'armature d'un électro-aimant normalement parcouru par un courant constant. Le circuit de ce courant, dit « circuit de sécurité », comprend divers interrupteurs disposés en série, et peut être rompu notamment par une des cages atteignant les guides rapprochés évite-molettes et par l'action du limiteur de vitesse Noris.

Cet appareil, sorte de régulateur à force centrifuge, reçoit un mouvement de rotation de l'axe de la poulie Koepe, par intermédiaire d'une transmission à la cardan, et peut être réglé pour rompre le circuit de sécurité lorsque deux vitesses sont atteintes, soit 24 m./sec., lors de l'extraction, et 17 m./sec., lors de la translation du personnel. Les vitesses maxima correspondantes, pour lesquelles la machine d'extraction est réglée, sont respectivement 22 et 16 m./sec.

La réduction de la vitesse à 16 m./sec. est obtenue par la manœuvre d'un commutateur, placé à la portée du machiniste, et servant à insérer une résistance fixe en série avec le rhéostat commandé par le levier de marche; le courant d'excitation des dynamos du groupe se trouve ainsi réduit et, en même temps, le limiteur de vitesse est réglé pour la vitesse maximum de 17 m./sec.

Appareil indicateur de position des cages.

Cet appareil se compose de deux tiges filetées recevant, par l'intermédiaire d'engrenages coniques, le mouvement de rotation de l'arbre de la machine d'extraction, et opérant le déplacement des index représentatifs des cages.

Lorsque chacune de celles-ci arrive, en montant, à 140 mètres de la recette supérieure, un mécanisme solidaire de l'index correspondant fait retentir un timbre et ramène progressivement le levier de marche à la position de repos, à mesure que la cordée s'achève.

En outre, lorsque ces index s'élèvent légèrement au-dessus de la position correspondant au niveau supérieur que les cages peuvent normalement atteindre, ils provoquent mécaniquement la fermeture du frein de sécurité et l'arrêt de la machine.

La liaison entre l'indicateur de profondeur et la machine peut être supprimée par un volant de débrayage, pour permettre le réglage de la position des index.

Appareils d'enregistrement et de signalisation.

Un appareil Karlik, enregistrant le diagramme vitesse-temps du déplacement des cages, est mû par l'intermédiaire d'une courroie par la partie de l'axe de commande de l'indicateur de profondeur, située en aval du volant de débrayage; grâce à cette disposition, les manœuvres de réglage de la position des index apparaissent au diagramme.

Un appareil de signalisation électrique transmet les signaux donnés par le sonneur de la recette supérieure au machiniste; ces deux agents sont en outre reliés par téléphone.

Equipment d'extraction.

Les cages, à quatre étages, ont une hauteur de 7^m,26 et peuvent contenir 60 personnes chacune; elles sont à guidage frontal par rails de 50 kgs/m.

Le câble porteur est un câble croix, rond, en fils de 2,2 mm. de diamètre; il est antigiratoire et mesure 65 mm. de diamètre; son poids métrique est de 15,2 kgs, celui du câble plat d'équilibre étant de 15,8 kgs. Son arc d'enroulement sur la poulie Koepe est de 178°.

La gorge de cette poulie est garnie d'une fourrure constituée de blocs de chêne posés sur champ, entre lesquels sont intercalées alternativement des lamelles de ferodo et de balata. Le coefficient d'adhérence du câble dans cette gorge est d'environ 0,25.

Le graissage du câble s'effectue à intervalles de quatre semaines, à l'aide d'un mélange contenant 70 litres de cylindrine, 27 litres d'huile de colza et 3 kilogrammes de colophane.

Dans le châssis à molettes, on rencontre successivement, au-dessus de la recette supérieure, à une hauteur de :

9^m,90, les évite-molettes électriques (interrupteurs du circuit de sécurité);

13 mètres, les taquets de sûreté;

16^m,06, la base des guides rapprochés; ceux-ci ont 5^m,20 de longueur.

D'autre part, sous la recette inférieure de 700 mètres, l'écartement normal des rails de guidage est réduit de 37 cm., sur une longueur de 9^m,30. Le serrage des cages commence à un niveau situé 2^m.23 plus bas que celui où s'arrête le palier inférieur des cages descendantes chargées de personnel.

En outre, à ce niveau est établi un plancher de protection destiné à empêcher la chute des personnes dans le bougnou. Le plancher d'arrêt, empêchant les cages d'atteindre le bougnou, se trouve à environ 10 mètres sous le précédent.

Circonstances de l'accident.

Lors de la relève du poste de l'après-midi, trois cordées de personnel avaient été faites; pour la quatrième, 29 ouvriers avaient pris place à la recette de 700 mètres dans la cage montante et 45 dans la cage descendante. La translation commença normalement; le commutateur occupant la position qui correspond à la vitesse maximum de 16 m./sec., le machiniste amena progressivement et maintint le levier de marche à fond de course. Environ à mi-cordée, un déclenchement se produisit.

Le machiniste, entendant au bruit fait par l'échappement de l'air comprimé que le contrepoids du frein de sécurité allait tomber, actionna le levier fermant le frein de manœuvre et ramena rapidement le levier de marche à la position arrêt. La machine s'arrêta, en même temps que se produisit un glissement important du câble, attesté par un dégagement abondant de fumée provenant de la gorge de la poulie Koepe.

Après vérification du circuit de sécurité, il fut constaté que l'interrupteur commandé par le limiteur de vitesse Noris était ouvert; le déclenchement avait été provoqué par un excès de vitesse.

Cet interrupteur ayant été refermé, le machiniste put remettre la machine en marche; comme il supposait qu'un glissement anormal s'était produit, et que l'indicateur de profondeur était par conséquent déréglé, il reprit la translation à vitesse réduite, de manière à pouvoir arrêter la machine dès que le sonneur lui signalerait l'arrivée de la cage à la surface. Ce signal lui fut en effet transmis, mais avant qu'il ait eu le temps d'opérer une manœuvre quelconque, un nouveau déclenchement se produisit et la machine s'arrêta.

La cage montante s'était immobilisée dans les guides rapprochés, les taquets de sûreté étant retombés sous le palier du deuxième étage. Des 29 ouvriers que contenait cette cage, un seul fut légèrement blessé.

Quant à la cage descendante, elle avait heurté le plancher de protection du bougnou; ce plancher est resté intact, tandis que le cadre inférieur de la cage fut brisé. Sur le toit de la cage reposaient les attaches et une longueur de plusieurs mètres de câble, qui était détendu.

C'est dans cette cage que plusieurs ouvriers furent grièvement blessés par la violence du choc.

Le câble porteur, graissé en dernier lieu 24 jours avant l'accident, et le câble d'équilibre ne furent pas endommagés.

Après l'accident, on constata que le déclenchement du frein de sécurité de la machine d'extraction avait été provoqué par l'ouverture de l'interrupteur commandé par l'évite-molettes électrique.

D'autre part, en considérant la position occupée par les index de l'appareil indicateur de profondeur, après l'arrêt des cages et en tenant compte du glissement qui a dû se produire à ce moment, on peut estimer à environ 50 mètres l'importance du glissement résultant de l'arrêt brusque des cages à mi-cordée.

L'examen du diagramme de cette cordée, enregistré par l'appareil Karlik, montre que la vitesse des cages était de 17 m./sec., lors du premier déclenchement, et que la machine s'est arrêtée au bout de 4 secondes. Pendant la seconde partie de la translation, la vitesse a été de 12 m./sec. au maximum, et elle était réduite à 5^m,50 quand se produisit l'arrêt brusque des cages.

Cause du glissement du câble.

Les cages ayant reçu des charges équivalentes à celles qu'elles portaient au moment de l'accident, diverses essais effectués sur la machine d'extraction ont établi que :

- 1°) la machine étant réglée pour une vitesse maximum de 16 m./sec., le limiteur de vitesse Noris entre en action lorsque la vitesse atteint 17 m./sec.;
- 2°) un déclenchement étant provoqué, à la vitesse de 17 m./sec., aucun glissement de câble ne se produit, même lorsque la surcharge de la cage descendante est de 2.850 kilogrammes;
- 5°) la surcharge de la cage descendante étant de 950 kilogrammes, si l'on provoque la fermeture du frein de sécurité, à la vitesse de

14^m,50 par seconde, et qu'on agisse, dès la rupture du circuit de sécurité, sur le levier de marche pour le ramener rapidement à la position de repos, l'arrêt de la machine est obtenu en 5 secondes; il se produit dans ces conditions un glissement du câble sur la poulie Koepe, avec dégagement abondant de fumées; l'importance du glissement constaté est de 45 mètres.

D'autre part, lors des rares déclenchements qui se sont produits précédemment, au cours de l'extraction, soit que la vitesse des cages ait atteint 24 m./sec., soit que le courant alimentant le groupe convertisseur ait été incidemment coupé, il n'a pas été constaté de glissement supérieur à 1^m,50.

Le glissement qui s'est produit, dans le cas présent, lors de l'arrêt des cages à mi-cordée, est donc attribuable au freinage électrique intense, provoqué par l'intervention inopportune du machiniste qui a ramené le levier de marche à la position d'arrêt.

Le machiniste a simultanément voulu fermer le frein de manœuvre, mais cette action était inopérante, car, comme nous l'avons vu tout à l'heure, la disposition des circuits d'air comprimé rend impossible l'application simultanée des deux modes de freinage mécanique.

Conclusions.

Il résulte de cet exposé que la vitesse excessive imprimée aux cages, lors de leur passage aux recettes extrêmes, doit être imputée à une manœuvre imprudente et irréfléchie du machiniste; celui-ci a, en effet, repris la translation après le déclenchement survenu à mi-cordée, alors que, manifestement, il ne pouvait plus se fier, même de façon approximative, aux indications fournies par l'appareil représentant la marche des cages.

Le glissement de câble, cause du déréglage de cet appareil, résulte d'autre part du freinage électrique excessif que le machiniste a provoqué en ramenant rapidement le levier de marche à la position d'arrêt.

Lorsqu'une machine d'extraction électrique est munie d'un dispositif de freinage automatique, celui-ci est en général conçu de manière à réaliser l'arrêt en un temps minimum compatible avec les conditions nécessaires de sécurité; le couple de freinage sera tel que, pour une poulie Koepe, il ne produise par un glissement exagéré du câble; dans le cas d'une machine à bobines ou à tambour, pour laquelle cette éventualité n'est pas à craindre, ce couple sera limité à une valeur telle que les cages et les personnes qui y ont puis place ne subissent pas de choc dangereux, et que les câbles et les divers éléments de la machine ne soient pas soumis à des efforts qui puissent compromettre leur solidité.

Il conviendrait, dès lors, que le machiniste s'abstienne de toute manœuvre ayant pour etfet de renforcer le couple de freinage ainsi déterminé. Dans le cas présent, l'intensité du freinage mécanique était rendue indépendante de l'action du machiniste; il ne semble pas, à première vue tout au moins, qu'il y ait une impossibilité ou un inconvénient à réaliser une semblable indépendance en ce qui concerne le freinage électrique.

Si, d'autre part, les divers incidents relatés ci-dessus ont donné lieu à un accident grave, c'est parce que la cage descendante a heurté un plancher de protection se trouvant à faible distance de la recette inférieure. Etabli à cet endroit dans le but d'éviter toute chute dans le bougnou, ce plancher sauva effectivement la vie d'une personne qui, précédemment, était tombée dans le puits de la recette de 700 mètres; il a encore présenté l'avantage, dans le cas présent, de favoriser l'arrêt de la cage ascendante, qui s'engagea dans les guides évite-molettes. Mais le choc subi par les occupants de la cage descendante n'en fut que plus brutal, car ce plancher a empêché la cage d'atteindre la partie rétrécie du guidage où elle se fût arrêtée progressivement.

L'existence d'un plancher à cet endroit ne se concilie pas, logiquement, avec celle d'un guidage rapproché; aussi, le Comité d'Arrondissement a-t-il préconisé, entre autres mesures, d'adopter pour ce plancher un mode de suspension approprié qui lui permette de descendre sous l'effet du poids d'une cage.

Enfin, le déclenchement qui s'est produit à mi-cordée, et qui fut la cause indirecte de l'accident, est dû au fait que la vitesse maximum de translation, que les caractéristiques électriques de l'installation fixent à 16 m./sec., a atteint 17 m./sec., dépassant de 6,25 % le limite normale. On doit conclure de là que la vitesse des moteurs d'extraction, réglée uniquement par la valeur de la résistance insérée dans le circuit d'excitation des dynamos du groupe convertisseur, peut présenter des écarts de cet ordre de grandeur.

Comme un tel écart n'est pas, par lui-même, de nature à compromettre la sécurité du personnel, une marge plus grande, que le Comité d'Arrondissement estime devoir être de 10 %, pourrait être laissée pour l'entrée en action du limiteur automatique de vitesse.

Bassin houiller du Nord de la Belgique

Charbonnage Limbourg-Meuse

Sondage nº 76 d'Eysden (II).

PAR

M. X. STAINIER,

Professeur de Géologie à l'Université de Gand.

Ce sondage a été pratiqué, en 1908-1909, par la firme Tréfor.

Déterminations des morts-terrains par X. Stainier, du Houiller par R. P. G. Schmitz et X. Stainier.

Orifice à 50 m. environ.

Dans le Houiller, le sondage a été pratiqué entièrement à la couronne diamantée. Dans les morts-terrains, on a utilisé divers procédés donnant des indications d'une valeur très inégale. Dans la description, ces procédés seront indiqués par les signes suivants :

- I. Trépan avec injection d'eau boueuse. Ces échantillons n'ayant aucune valeur, il n'en est pas tenu compte et les limites des divisions géologiques ne sont pas données.
- T. Echantillons recueillis sur les joues du trépan. Valeur très faible.
- C. Echantillons prélevés à la cuiller à sec. Ce procédé donne des indications auxquelles on peut attacher de la valeur.

Les échantillons ne portant aucune indication ont été recueillis à la couronne diamantée.

Diamètre du sondage : o m.—44 m.= 0^{m} ,425. 44 m.—92 m. =15". 92 m.—145 m.=13.5". 145 m.—189 m.=12". 189 m.—204 m.=10.5". 204 m.—439 m.=6". 439 m.—456 m.=6". 456 m.—682 m.=6". 682 m.—832 m.=6". 832 m.—1.402 m. =3.5".

DESCRIPTION

	Epais.	Base à Incl.
Quaternaire.	in the Y	
Alluvions modernes, sables, graviers et		
cailloutis.		
Chattien.		18
C. Sable vert un peu argileux, devenant		
plus fin en descendant		32,75
Rupélien sup.		7.1
C. (par places). Argile plastique grise. Rupélien inf.		
I. Sable avec un banc de gros fossiles de		
102 à 104 m. Corbulomya triangula		131,00
Tongrien.		131,00
Landénien inf.		
C. Argile grise schistoïde	8,00	139,00
C. Argile gris verdâtre et marne blanche .		145,60
Heersien.	.,_5	.43,00
(Carotte à la couronne d'acier) : Marne		117, 141, 9
blanche	0,50	149,37
(Idem). Marne grise, puis gris foncé	3,68	154,15
1. Gravier de quartz dans de l'argile grise	0,10	188,00
Lysdenien (Ancien Montien sun)		
I. à l'eau claire, et T. Sable gris argileur		
et sable brun		190,90
Montien int. et Maestrichtien Les observe		90,90
tions faites aux avaleresses d'Eysden mon		
trent que le Montien doit ovietes :		
Mais l'absence de fossiles la similitude		
des caractères lithologiques empêchant de		
tracer la limite entre le Montien et le Maestrichtien.		
Tuffeau friable sableux jaune crème, alter-		
nant avec des bancs de tuffeau cohérent,		
parfois des lits de calcaire très cristallin, très dur et dense, dont l'épaisseur varie		A STANFAR
de 0,10 à 0,35 et qui seuls ont pu être		
remontés en carottes. Parfois le tuffeau		
devient assez cohérent pour en fournir		
aussi. C'est le cas vers le bas, où ces		
cos veis le nas, ou ces		

bancs atteignaient 2 ^m ,70. Vers 220 m.,	
banc avec moules de fossiles 58,00	249,00
Maestrichtien et Sénonien.	
Sénonien. Cp. 3.	
Craie grise dure, siliceuse, homogène 1,10	288,60
Crair grise dure, siliceuse, nomogene	
Craie grise un peu glauconifère avec débris	
de poissons. D'abord feuilletée et tendre,	
elle devient de plus en plus dure, mica-	71165
cée, avec amas pyriteux, vers le bas 6,65	3.1,03
Sénonien. Cp. 2.	
Marne sableuse, dure, micacée, avec moules	
de fossiles enduits d'une matière terreuse	
noir brun. La roche est tantôt plus dure,	
tantôt plus tendre plus pâle ou plus 10n-	
cée Certains lits sont à pâte plus IIIle et	
se polissont dans la coupure. Debns de	Mary Mark
poissons et fossiles (rains de glaucome.	
DI sage sableuses n ont pas fourin	The state of
I A la base on Volt apparai	
. I graile grise dans la loche	
sableuse	411,00
sableuse	
marne gris verdâtre sableuse, plus tendre	
In hos	416,35
Mars grise avec amas blanchâtre 3,00	421,35
Marne verte pointillée de gris 2,70	432,35
C	
a II II . I - 1 pugg life d'argile grise	
Sable blanc violace avec his dangue ligniteuse et lits de grès traversés au 2.30	
	459,30
trépan Argile plastique schistoïde luisante gris	
Argile plastique schistorie 1,50	444,05
a II Compare de hois light-	
Lignite friable avec fragments de Bols 1821 teux pyritisé	450,65
teux pyritise	
Argile sableux bruit violets sableux micacés. Débris ligniteux et no-	
sableux micaces. Deblis light ovaires 5,20	451,40
dules de pyrite cristanisec ovaires d'échan- Les passes où il n'est pas remonté d'échan-	Train Sand
Les passes où il n'est pas tenome de tillon sont probablement occupées par du	
tillon sont probablement occupes p	
sable fin violacé.	
Houiller à 451 ^m ,40.	

ASSISE D'ASCH.			
Schiste gris doux à zones brunes. Coquilles et débris végétaux. Sphenophyllum	3,45	454,85	
PASSEE.			
Faux-mur noir, puis mur ordinaire schisteux			
à cloyats	0,20	455,05	
Schiste gris doux altéré avec coquilles	4,95	460,00	
Psammite zonaire altéré à végétaux hachés.			
Diaclase verticale	4,00	464,00	
Schiste gris un peu zonaire	1,20	465,20	
Schiste psammitique zonaire encore altéré,			
devenant de plus en plus doux. Végé- taux hachés	3,30	468;50	10
Schiste gris à cassure conchoïdale. Spheno-	3.3		
phyllum. Joints obliques. Devient un peu			
zonaire, vers le bas	7,00	475,50	
Schiste gris noir à zones brunes, encore un			
peu altéré. Quelques coquilles	2,50	478,00	
Schiste devenant de plus en plus noir et			
plus fin. Guilelmites. Joints de stratifica- tion glissés. Coquilles. Végétaux pyriteux.	2.80	480,80	
Schiste noir intense à rayure grasse et à			
cassure parallélipipédique, léger, sonore.			
Anthracomya. On y trouve de minces			
lits d'une roche grossière, pailletée, avec			
Lingula mytiloïdes. Niveau marin de		.0.	
Quaregnon	0,50	401,30	
ASSISE DE GENCK.			
ASSISE DE GENCK.			
VEINETTE : Charbon sale	0,10	481,40	
Mur gris tendre, avec débris de fusain.			
Lepidodendron. Stigmaria	0,40	481,80	
Mur compact gris avec passes zonaires deve-			
nant finalement zonaire. Cloyats	1,40	483,20	
Schiste doux à coquilles. Lepidostrobus.			
Lepidostrobus variabilis. Annularia	1,50	485,00	

PASSEE.		
Lopido	1,50	485,00
Schiste noir à zones brunes avec des lits à texture de mur, mais sans radicelles. Nodules pyriteux. Diaclases verticales. Anthracomya couvertes de Spirordis. Cor-		
Schiste psammitique gris, zonaire, à cassure conchoïdale. Cloyats avec galène et pyrite. Végétaux hachés. Une passe à	1,50	486,50
stratifications entrecroisées. Joints de stra- tification glissés	1,50	488,00
Schiste à zones brunes à joints glissés.	1,00	489,00
Schiste gris doux à joints glissés. Cloyats		12:55
pyriteux	0,60	489,60
Psammite zonaire à joints noirs, d'autres glissés. Végétaux hachés	0,90	490,50
Schiste gris devenant rapidement noir. Coquilles. Lepidodendron Schiste charbonneux, noir brun, pétri de végétaux. Cloyats, lits de sidérose, morceaux de fusain. Il passe insensiblement à du schiste noir. Radicelles, Palaeostachya, Calamites Cisti, Mariopteris, Neu-	0,35	490,85
ropteris. Joints de glissement obliques	0,70	491,55
VEINE. m. v. 25,30, c. 5,20 (1) Schiste psammitique zonaire à végétaux	0,50	492,05
hachés. Sphenopteris herbacea	4,10	496,15
Cisti. Alethopteris	2,85	499,00
la base	1,50	500,50

⁽¹⁾ Les analyses ont été faites sur charbon dégraissé à l'éther, lavé à la solution de densité 1,3 et desséché à 100°.

PASSEE.			
Mur feuilleté gris avec un lit de charbon à			
la base	0,20	500,70	
Schiste intercalaire noir brun, charbonneux,			
rempli de végétaux, passant à du toit	0,40	501,10	
VEINE			
VEINE. m. v. 24,38, c. 3,45	0,40	501,50	
Au sommet, très rares radicelles et nom-			
breuses plantes. Mariopteris muricata, Neu-			
ropteris, Sphenophyllum, Asterophyllites,			
Calamites, Lepidodendron obovatum. Puis			
les radicelles deviennent très nombreuses.			
A la base, plantes charbonneuses	2,30	503,80	
CATALIST TO THE STATE OF THE ST		i na	3
VEINETTE	0,15	503,95	
Mur tendre, gris, cloyats pyriteux, grandes			
radicelles	0,65	504,60	
Psammite zonaire avec radicelles au sommet.	1,40	506,00	1 1
Psammite gréseux à empreintes charbonneu-	4.00	TOP 00	
ses	1,20	507,20	
entrecroisées	2,60	509,80	
Schiste gris doux à zones brunes. Cassure		309,00	
conchoïdale. Coquilles. Sphenophyllum			
cuneifolium. Pecopteris	0,50	510,30	
Schiste noir brun rempli de végétaux.			
Lycopodites	0,10	510,40	
Schiste gris doux à coquilles, cassure con-			
choïdale. Coquilles nombreuses. Pistes de	4		
vers. Gros cloyats avec pholérite et pyrite.	1,60	512,00	
Schiste noir brun. Cloyats. Cordaites, Cala-			
mites, Lepidophyllum, Asterophyllites . Schiste psammitique zonaire à végétaux	0,50	512,50	
hachés. Par places, stratifications entre-			
croisées	3,15	H. H. G.	
Schiste gris doux avec coquilles, passant	3,15	515,65	
rapidement au schiste psammitique avec			
coquilles. Sphenophyllum	0,35	516,00	
	100,000	The state of the s	

Psammite zonaire à joints noirs et végétaux			
hachés. Joints obliques. Il devient plus			
doux, à coquilles	0,75	516,75	
Psammite gréseux passant au schiste psam-			
mitique	0,50	517.25	
Schiste psammitique passant au schiste			
psammitique zonaire à végétaux hachés.			
Stratifications entrecroisées	4,15	521,40	
Psammite gréseux zonaire. Grandes lamelles		6-	
de mica. Stratifications entrecroisées	1,20	522,60	
Psammite avec passe gréseuse vers le som-			
met Joint oblique rempli de pholerite			
épaisse. Stratifications entrecroisées. Gran-	2,80	525,40	
des lamelles de mica	2,00	323,40	
Schiste gris à zones brunes. Cloyats pyriteux.	1,70	527,10)°
Coquilles abondantes par places	,,,,	3-77	7
Schiste noir gris passant graduellement à du			
schiste noir intense. Carbonicola sidériti-	1,75	528,85	
fiés. Contre la veine, végétaux pyritisés.			
VEINE. charbon 1,00, m. v. 22,05, c. 3,00,			
intercalation 0,40. charbon 0,70, m. v.			
0 # 00	2,10	530,95	
VI I' I gain cone l'atticulus . O,OJ,			
pyriteux, glis a cloyate.			
D. I wortigales	0,95	531,90	
and the same brillies. Lits avec			
Landantes comuilles. Neuropieris, Zept			
	0,25	532,15	
zonaire Par places,			
the liftigations entrecroisees.			
	0,70	532,85	
Schiste gris doux devenant de plus en plus			
		E7 4 00	
C sanchoïdale Lepluodention	1,15	534,00	
C. L	2,25	536,25	
	2,20	330,23	
cassiffe continuate,			
Schiste gris doux a custom zones brunes, coquilles. Lepidostrobus.			

Lepidophyllum, Mariopteris, Neuropteris.		
Sigillaria. Sporanges. Spirorbis	1,55	537,80
PASSEE.		
Mur noir	0,20	538,00
Grès psammitique. Nombreuses empreintes		
charbonneuses. Pyrite	0,25	538,25
Schiste psammitique avec radicelles	0,65	538,90
Schiste psammitique zonaire avec enduits pyriteux et radicelles au sommet. Cloyats.		
Lits de psammite	1,70	540,60
Cloyat à veines blanches	0,15	540,75
Grandes lamelles de mica	2,00	542,75
Schiste gris à cassure conchoïdale. Débris de		
coquilles, Aphlebia, redevenant psammitique et zonaire vers le bas	2,65	545,40
Schiste gris doux à cassure conchoïdale,	2,05	343,40
zones brunes. Joints de stratification		1
glissés	1,10	546,50
VICINIC m I I I		
VEINE avec o ^m ,10 de cannel-coal au sommet. m. v. 24,00, c. 3,10	0,50	547,00
Mur gris brun, terreux, cloyats oolithiques.	1,00	548,00
Mur psammitique gris noir, passant insensi-		340,00
blement à du schiste psammitique brun.	1	
Neuropteris abondant, Cordaïtes, Cala-		
mites	2,00	550,00
Schiste psammitique brun. Quelques radicelles. Neuropteris, Calamites, Mariopteris,		
Lycopodites. Diaclase verticale	1.70	
Schiste psammitique brun avec joints de	1,30	.551,30
stratification glissés. Cassures obliques.		
Spirorbis sur plantes : Calamites, Radi-		
cites, Mariopteris muricata	1,40	552,70
PASSEE.		
Mur gris brun avec joints luisants, comme		
vernissés	1,10	553,80
	1	

Psammite gréseux zonaire. Radicelles. Stra- tifications entrecroisées. Diaclases verti-		·	
cales	0,75	554,55	
tes charbonneuses et morceaux de fusain.			
Diaclases verticales. Pholérite. Calamites.	0,60	555,15	
Psammite zonaire à joints noir brun	0,45	555,60	
Psammite grossier, gréseux à joints noirs.			
Fusain et empreintes charbonneuses	0,10	555,70	
Grès quartzite brun, micacé, grenu par pla-			
ces. Diaclase verticale quartzeuse. Empreintes charbonneuses	0,40	556,10	
Brusquement, schiste gris doux, cassure		33-7-	
conchoïdale	0,40	556,50	10°
Grès feldspathique grenu micacé	0,40	556,90	
Brusquement schicte gris doux à zones bru-			
nes, devenant de plus en plus noir et fin.			1
Coquilles	2,60	559,50	
VEINETTE	0,05	559,55	
Mur gris brun tendre, devenant compact.	1,15	560,70	
Cloyats	1,15	300,70	
Schiste psammitique brunâtre, quelques radi- celles. Calamites, Mariopteris	0.85	561,55	12°
Cloyat siliceux à cassure conchoïdale deve-			
nant psammitique	0,15	561,70	
Grès gris, grenu, feldspathique, à joints			
psammitiques	1,80	563,50	
Psammite zonaire à stratifications entrecroi-			
sées et joints noirs, micacés. Végétaux			
hachés · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	0,80	564,30	
Grès grenu, feldspathique, micacé	1,70	566,00	
Psammite gréseux	0,50	566,50	
	S. Y.	-66	
VEINETTE	0,05	566,55	
M. gras schisteux brun	5.75	572,30	
Calista psammitique brun. Neuropieris,		E7.440	
Cordaites	1,00	574,10	

VEINETTE			
VEINETTE. m. v. 18,40, c. 2,00	0,25	574,35	
Mur noir tendre	2,05	576,40	
Mur psammitique. Neuropteris		576,70	
Schiste gris brun foncé. Végétaux abon-			
dants : Neuropteris, Radicites, Mariopte-			
ris, Asterophyllites grandis		580,50	
Schiste psammitique brun à lits de sidérose. Un banc de quartzite brun de o ^m ,10 et			
un lit plus schisteux avec coquilles			
Grès gris brun avec lits psammitiques et	4,25	584,75	
joints noirs. Veines de calcite	6,45		
Schiste gris noir luisant à zones brunes,	0,45	591,20	
cloyats, coquilles. Entomostracés. Spi-			
rorbis. Lepidodendron aculeatum	1,40	592,60	
Schiste psammitique gris brun à grandes		33,72	
lamelles de mica, par places. Diaclase			
verticale. Lepidodendron obovatum	1,40	594,00	
Grès feldspathique, micacé, grenu, brun.			
Diaclase verticale	0,30	594,30	
Schiste psammitique zonaire. Végétaux			
hachés	5,20	597,50	
Schiste doux. Coquilles, Spirorbis	0,40	597,90	
VEINE			
VEINE. m. v. 17,54, c. 5,20	0,50	598,40	
Mur à aspect froissé avec intercalations			
feuilletées noires. Puis le terrain devient broyé, psammitique, avec cassures en			
tous sens, glissées et polies			
Schiste gris doux à zones brunes. Cassure	4,10	602,50	()°
conchoïdale. Cloyats. Entomostracés,			
écaille de poisson, Spirorbis. Il devient			
noir intense à joints luisants	1.05	6	
	1,25	603,75	
VEINETTE	0.20	507.07	
Schiste gris. Sphenopteris	1.6=	603,95	
Faux-toit charbonneux avec débris de co-	1,05	605,60	8°
quilles. Sigillaria	0.25	60-0	
	0,25	605,85	

VEINETTE		605,90	
Mur noir, tendre, devenant vite strati Cloyats	. 1,30	607,20	
tes, très feuilleté. Cloyat cloisonné av Alethopteris	The state of	607,60	
PASSEE.			
Mur noir		608,25	
Schiste psammitique avec intercalations schiste à plantes		609,15	1,1°
semste a plantes	. 0,90	009,15	1,1
VEINETTE	. 0,10	609,25	
Mur noir schisteux	. 0,10	609,35	
Mur psammitique zonaire. Diaclases ve			
cales		609,70	
Mur schisteux noir à cloyats		610,80	
Schiste psammitique à zones brunes. Vé			
taux hachés		611,70	
Schiste gris doux. Lepidodendron Faux-toit		612,00	
raux-toit	. 0,45	612,45	
PASSEE.			
111001	oas.		
sant à du toit	. 0,35	612,80	
VEINETTE. m. v. 17,70, c. 3,00	0.07	6.5.05	
Mur gris noir		613,05 613,30	
Mur gréseux psammitique avec un morce		013,30	
de charbon. Devient zonaire		613,50	
Grès zonaire grenu, feldspathique, mica		013,30	
Diaclase verticale avec galène		620,60	
Psammite schisteux à végétaux hachés .		622,00	
Schiste gris à zones brunes. Diaclases mi			
ralisées, cloyats avec Millérite. Il pa	isse		
au schiste noir avec abondantes Anth			
comya, Naïadites quadrata. Radicelles	. 3,30	625,30	
Faux-toit	. 0,10	625,40	

	241
--	-----

VEINE. m. v. 17,87, c. 6,30	1,10	626,50
obliques	0,50	627,00
breux Stigmaria	1,80	628,80
Nodules de pyrite		629,00
VEINETTE. m. v. 19,70, c. 2,90 Un peu de faux-mur, puis mur gris tendre,	0,25	629,25
devenant plus ferme. Cloyats	3,95	633,20
radicelles. Sporanges	1,20	634,40
PASSEE.		
Mur gris froissé avec surfaces de glissement		out Alle
très inclinées	0,40	634,80
avec galène et Hattchettite	1,80	636,60
au sommet. Fusain	0,20	636,80
Calamites Cisti	1,30	638,10
Alethopteris Schiste noir fin avec diaclases obliques. Nombreux Lepidodendron, Lepidostrobus.	1,40	639,50
Coquilles	0,80	640,30
lélipipédique. Rayure luisante	0,20	640,50
Schiste gris à zones brunes, coquilles	0,20	640,70
Schiste noir intense à rayure grasse. Lepi-		
dostrobus	0,10	640,80 8°
VEINETTE	0,05	640,85
noir, à la base, avec Calamites. Cloyats .	3,45	644,30 110

			~ 11
VEINE. m. v. 18,50, c. 2,18	1,25	645,55	
Mur noir brun, très schisteux au début, puis mur noir à cloyats avec enduits			
de sidérite	2,20	647,75	
Mur psammitique devenant zonaire	1,15	648,90	
Psammite zonaire à joints bruns, devenant			
gréseux. Cordaites abondants			14°
Mur gris brun, tendre, à cloyats. Sporanges. Schiste gris, sidéritifère par places. Nom-	4,85	655,00	
breux Cordaites. Joints de stratification			
glissés	1.00	656.00	
PASSEE.			
Mur très fracturé à cloyats oolithiques.	MAN.		
Nombreux glissements	0,30	656,30	
Schiste gris avec encore beaucoup de joints de glissement. Cloyats			
diaclases avec blende et galène. Nom-			13°
breux Neuropteris, Cordaites			210
Sporanges, Mariopteris, Calamites ramo-	1		21
sus, Asterophyllites	1,70	658,00	27°
Psammite compact, gris brun, végétaux ha-			
chés, cloyats, Alethopteris. Joints de glis-			
sement	3,00	661,00	
PASSEE.			
Mur d'abord gris, psammitique, puis schis-			
teux. Lepidodendron	1,30	662,30	
Schiste psammitique avec quelques radicel-		Salahan.	
les, devenant zonaire, à végétaux hachés,			
puis plus schisteux à zones brunes	2,20	664,50	10°
Schiste gris à zones brunes. Diaclase avec			
galène, blende et pyrite. Calamites Cisti, débris de coquilles, sporanges, Neuropte-			
ris. Il devient noir et doux. Quelques			
coquilles, Naïadites quadrata, Entomostra-			
cés. Cloyat avec pyrite et galène	3.20	667,70	
Schiste micacé, noir intense, à cassure paral-	No Versi		
lélipipédique	0,20	667,90	

NOTES DIVERSES

Schiste psammitique gris, à végétaux hachés, zonaire, à stratifications entrecroisées, joints foncés très micacés, un lit gréseux de o ^m ,10. <i>Calamites</i> . Cassure oblique		a Hill of	
avec galène		672,80	i C
Mariopteris, Sphenopteris Schiste gris à cassure conchoïdale, à cloyats, devenant plus noir avec abondantes coquilles, puis gris. Gros cloyat cloisonné avec Millérite. Puis il redevient noir à rayure grasse, à cassure parallélipipédique.			110
Sporanges. A la base, o ^m ,05 de faux-toit.	1,35	677,75	1
VEINE. m. v. 19,70, c. 4,00	0,45	678,20	
teux par places. Plusieurs gros cloyats . Mur psammitique avec un banc gréseux au sommet, devenant zonaire à stratifications	1,60	679,80	
entrecroisées. Cloyats Schiste psammitique zonaire à végétaux hachés, alternant avec du schiste gris à	2,00	681,80	
zones brunes. Trigonocarpus	1,70	683,50	
Grès quartzite brun Psammite zonaire à végétaux hachés. Strati-	0,25	683,75	
fications entrecroisées. Plusieurs lits gré- seux. Neuropteris. Diaclases verticales			T.S.
minéralisées. Yeux Grès quartzite brunâtre à grosses empreintes		688,70	13°
charbonneuses	1,30	690,00	
Schiste gris avec un banc noir	0,50	690,50	
VEINE. m. v. 18,50, c. 3,10	1.10	691,60	
Mur psammitique zonaire. Quelques cloyats.	1,10	692,70	
Schiste psammitique zonaire à végétaux	1,	392,70	
hachés. Radicelles par places. Il devient plus schisteux avec o ^m ,05 de schiste gris,			
doux, à la base. Mariopteris muricata	4,30	697,00	110

VEINE. m. v. 22,90, c. 2,30, carotte 17,40,		
c. 2,12	0,55	697,55
Mur noir, tendre	0,20	697.75
Mur psammitique. Yeux	1,40	699,15
Schiste psammitique gris noir. Neuropteris.	1,20	700,35
Psammite zonaire à stratifications entrecroi-		
sées et végétaux hachés. Coquilles	1,60	701,95
Schiste gris doux	0,70	702,65
Schiste noir, micacé, à rayure brune	0,10	702,75
Schiste gris doux. Cloyat avec pyrite et		A Williams
galène	0,95	703,70
A ALPIA HETEVETE		
VEINETTE	0,20	703,90
Mur psammitique noir brun	0,70	704,60
Psammite zonaire noir brun, à végétaux		
hachés. Cassure verticale avec blende,		
pyrite et galène	4,60	709,20
hachés, avec un lit de grès de o ^m ,10.		
Aphlebia, Calamites Suckowi		
Psammite zonaire à joints noirs, à végétaux	1,50	710,70
hachés. Cassure verticale avec blende,		
pyrite et galène	1,40	712,10
Schiste gris à cassure conchoïdale, devenant	1,240	712,10
noir à cloyats. Surfaces de glissement.		
II redevient gris. Spirorbis abondant, Ento-		
mostracés, Lepidostrobus, Lepidodendron,		
débris de poissons. Yeux	3,90	716,00
		473838
VEINETTE	0,10	716,10
Mur schisteux noir, feuilleté, puis gris com-		
	0,70	716,80
Grès grenu, feldspathique. Grosses emprein-		
tes charbonneuses. Diaclase verticale. II		
passe au grès brun, zonaire par places,		1
puis au psammite zonaire à joints très		The state of
micacés. Cassure verticale avec pholérite,	_ 0 -	
calcite et pyrite	3,80	720,00

Psammite zonaire à joints noir brun mica- cés. Stratifications entrecroisées Schiste gris à zones brunes, devenant noir. Coquilles. Cloyat avec Millérite. Lits	1,90	722,50	
psammitiques	5,15	727,65	10°
VEINE. m. v. 18,00	0,45	728,10	
Mur psammitique gris	2,10	730,20	
Psammite zonaire avec banc de grès au			
sommet	0,80	731,00	
Psammite zonaire à grandes lamelles de	0,40	731,40	
mica	1,20	732,60	
passant au psammite zonaire	4,70	737,30	100
psammite zonaire. Trigonocarpus	4,90	742,20	
Schiste gris	0,45	742,65	
Grès micacé, fin, pâle, passant au grès feldspathique avec un banc à cailloux de sidérose. Un glissement horizontal. Diaclase avec calcite, galène et pyrite. Cassure oblique quartzeuse. Diaclase avec Millérite, galène et blende	21,10	763,75	
PASSEE.			
Mur schisteux gris	0,20	763,95	
zonaire. Cloyats	2,05	766,00	
Psammite gris	1,80	767,80	
PASSEE. Mur typique à cloyats passant brusquement			
au suivant	0.20	768,10	
Psammite fin devenant zonaire	2.60	770,70	
Schiste gris doux		772,80	13°
PASSEE. Mur gris psammitique, à cloyats pyriteux, adhérant au précédent. Mariopteris muri-			
cata	1,80	774,60	

Schiste psammitique. Mariopteris, Calamites Cisti, C. Suckowi, Cordaïtes, Neu- ropteris	hin in	uler de	
Psammite schisteux à végétaux hachés. Calamites Cisti, Sphenophyllum cuneifolium, Spirorbis. Il devient zonaire. Mariopteris muricata avec Spirorbis, Alethopteris Serli, Cyclopteris, Cordaites, Calamites ramosus, Cordaianthus, Sigillaria, Cassures obliques et cassures ondulées avec stries dans le sens de la pente. Il est gréseux à la base. Incl. variable allant	1,00	776,20	
jusque 23°	3,80	780,00	
	1,20	781,20	8°
Schiste gris doux à zones brunes	0,90	782,10	
Schiste gris noir intense, un peu psammiti- que, à rayure brune. Lits de sidérose noire. Coquilles, Lepidostrobus, Lepido- phyllum, débris de poisson, Lepidodendron obovatum. Cloyat pyriteux avec blende.	0,15	782,25	
PASSEE.			
Mur dur psammitique adhérant au précédent Psammite zonaire avec radicelles, par places, et un lit gréseux. Stigmaria végétaux	1,05	783,30	
hachés. Calamites Cisti	3,90	787,20	13°
charbonneuses. Cassures verticales	0,80	788,00	
Psammite schisteux zonaire	0,30	788,30	
Schiste gris doux à cloyats. Coquilles, Lepi-			
dophyllum. Devient plus fin et plus noir.	1,65	789,95	120
VEINETTE Faux-mur formé de lits schisteux et charbonneux. Sigillaria, Cordaïtes, Mariopteris	0,15	790,10	
muricata. Calamites. Cloyats	0,60	790,70	
au sommet	1,70	792,40	

	Psammite compact limité, au bas, par un joint de stratification strié dans le sens de la direction des couches. Diaclase verti-				
	cale. Lonchopteris, Calamites Suckowi. Grès gris clair, grenu, micacé. Empreintes charbonneuses et cailloux schisteux, deve-	6,75	799,15	14°	
	nant plus grenus à la base. Cassures				
	obliques	2,50	801,65		
	avec lits de grès quartzite. Cassure avec				
	blende, pyrite et galène	1,95	803,60	9°	
	avec du psammite à végétaux hachés. Une coquille	2.00	0.6		
	Schiste noir intense à cloyats. Rayure brune.	2,90	806,50	120	
	Diaclase verticale striée horizontalement. Schiste psammitique noir passant au psam-	0,50	807,00	13°	
	mite gris	1,20	808,20	100	
	Schiste gris. Cassures verticales mouchetées		000,20	10	
	de galène et de pyrite. Cloyats, petits				
	nodules pyriteux. Ecaille de Coelacanthus				
	à 820 m., I.=9°. Ossements de poisson				
	à 822 m. et opercule de Coelacanthus.				
	Ecailles d'Elonychthys à 824 m. Débris	.6	0		
	de coquilles	10,30	824,50	120	
	Schiste gris doux. Cloyats pyriteux. Débris	1,00	825,50		
	de poisson	1,50	827,00	0	
	de poisson	1,50	828,50		
	Schiste gris doux, devenant noir. Cloyats	1,50	020,50	10	
	pyriteux. Débris de coquilles. Lepidoden-				
	dron	8,50	837,00	1 1 °	
	bon et lits à sporanges	0,50	837,50		
	Schiste gris doux à zones brunes. Cloyats.	0,90	838,40		
0/	ASSEE.		3,40		
	Mur normal gris, à cloyats pyriteux, passant				-
	au psammite. A la base, un banc gréseux.	3,10	841,50		

	Psammite zonaire. Végétaux hachés, joints			
	noirs. Cloyats pyriteux	1,70	843,20	
	Schiste psammitique, passant au schiste fin. Diaclase avec galène, pyrite et blende .	1,35	844,55	
	VEINETTE	0,15	844,70	
	Mur brun, psammitique, devenant zonaire .		848,00	
	Psammite zonaire à joints noirs très micacés. Stratifications entrecroisées. Il devient plus			
	schisteux	2,60	850,60 13°	
	VEINETTE	0.20	850,80	
	Mur gris, tendre, devenant psammitique.		050,00	
4	Cloyats avec blende et pyrite		854,25	
	Schiste psammitique avec encore quelques			
	radicelles au début. Palaeostachya. Ale- thopteris Serli. Sphenopteris obtusiloba.			
	Neuropteris. Calamites Cisti, Lepidophyl-			
	lum, Mariopteris, Pecopteris dentata, nom-			
	breux Lycopodites. Une coquille	5,75	860,00	
	Psammite zonaire à stratifications entrecroisées, devenant gréseux	2,20	862,20	
	Psammite schisteux zonaire		862.80	
	Schiste psammitique gris. Mariopteris, Cala-	0,00	002,00	
	mites, Lycopodites, Lepidophyllum, Neu-			
	ropteris, nombreux Cordaites, une co-			
	quille. Nombreux joints de glissement, fort inclinés en tous sens, striés et polis.			
	Joint de glissement horizontal. Pente va-			
	riable allant jusque 26°	4,40	867,20	
	STATE DE CLIA HELLER			
	ASSISE DE CHATELET.			
	GRANDE STAMPE STERILE.			
	Mur psammitique. Radicelles rares			
	Psammite gréseux zonaire à joints noirs,	0,50	868,10	
	végétaux hachés. Quelques radicelles.			
	Intercalations schisteuses	3,70	871,80 10°	

Grès gris grenu, avec zones psammitiques à stratifications entrecroisées. Diaclases obli-			
ques	0.80	872,60	
Psammite zonaire à joints noirs très micacés, avec un banc de grès de 873 ^m ,30 à			
874 ^m , 10. En dessous, psammite compact.	4,00	876,60	
Grès gris brun, très micacé, avec intercala- tions psammitiques zonaires. Empreintes charbonneuses. Il passe au psammite gré- seux, puis schisteux à végétaux hachés.			
Psammite zonaire devenant schisteux. Lepi-	4,40	881,00	
dophyllum	7,00	888.00	0
Schiste gris doux à cloyats à joints luisants, devenant noir avec nodules pyriteux. Assez bien de débris de coquilles, beaucoup d'Entomostracés. Une écaille de	7,00		11°
poisson. Lepidophyllum	6,50	894,50	
		21.672	
PASSEE.			
Mur gréseux passant au grès brun micacé. Une intercalation psammitique. Fusain. Diaclases assez inclinées avec galène,			
pyrite et blende	4,70	899,20	
Psammite schisteux à joints lustrés. Végé-			
taux hachés. Cordaïtes	2,00	901,20	
Schiste psammitique avec lits plus doux.			
Naïadites		903,70	
Schiste gris	0,95	904,65	9°
PASSEE.			
Mur gréseux, noir brun, adhérant au précé- dent, passe au grès quartzite gris brunâ- tre, mais devenant plus clair. Empreintes			
charbonneuses. Diaclase verticale	4,85	909,50	
Schiste psammitique noir, très charbonneux.	0,95	910,45	
Schiste gris à végétaux hachés avec quel- ques radicelles à la base, Lepidophyllum,			
Lepidodendron	2,20	912,65	110

PASSEE.			
Mur gréseux à cloyats, passant au schiste			
	1,55	914,20	
psammitique			
Joints noirs micacés. Stratifications entre-			
croisées. Diaclases verticales avec pyrite,			
blende et galène	6,80	921,00	
Psammite schisteux, zonaire	0,65	921,65	
Schiste gris. Nodules pyriteux, débris de			
coquilles	3,25	924,90	10°
	Sept.		
VEINETTE	0,10	925,00	
Mur compact, gréseux, gris brun	0,30	925,30	
Psammite zonaire noir brun, gréseux par			
places, à végétaux hachés. Lepidophyl-			
lum. Intercalation schisteuse avec enduits			
de sidérite. Entomostracés, coquilles, Sphe-			
nopteris	1,50	926,80	
Psammite brun. Débris de coquilles	0,50	927,30	
Grès psammitique	0,70	928,00	
Schiste psammitique zonaire passant au	,,,		
nearmite Diaclase verticale	4,50	932,50	
psammite. Diaclase verticale Grès gris, grenu, feldspathique, micacé,	4,50	952,50	
Empreintes charbonneuses. Diaclases ver-			
ticales	6,70	939,20	
Psammite gris zonaire à joints lustrés et	0,70	959,20	
végétaux hachés. Cassures verticales avec			
stries horizontales. Calcite	16,70	955,90	
P _{sammite} zonaire à joints noirs. Une petite	10,70	933,90	
passe de grès. Diaclase verticale avec			
stries horizontales	27 15	983,05	
Schiste gris compact, un peu luisant, avec	27,13	905,05	
lits psammitiques. Quelques joints à végé-			
taux hachés. Naïadites quadrata assez.			
abondant, sur toute la hauteur, sauf à			
la base	8.85	991,90	
Schiste doux à cassure conchoïdale. Nodu-	0,05	991,90	49
les de pyrite amorphe ou cristallisée.	1 + in	which and	XI
Cloyats à galène. Ecailles et ossement de	111	and the same	
poisson. (Un banc calcareux vers 1.001		April 1	
poisson. (On bane carearean vers 1.001			

mètres.) A la base, il est noir à rayure grasse, et passe au faux-toit à plantes charbonneuses			
charbonneuses	9,85	1.001,75	
FAISCEAU DE BEERINGEN.			
VEINETTE			
Mur gris, d'abord mal caractérisé, puis plus	0,20	1.001,95	
typique. Cloyats oolithiques ou pyriteux.	2,55	1.004.70	
Schiste pétri d'empreintes végétales	0,70		
	0,70	1.005,20	
VEINE	0,65	1.005,85	
Mur psammitique compact avec enduits		Comment.	
pyriteux	1,00	1.006,85	
VEINETTE	0,10	1.006,95	
Schiste gris passant au schiste psammitique			
zonaire à végétaux hachés. Joints char- bonneux. Calamites. Joints de stratifica-		Total A	
	0.45		
tion glissés	2,15	1.009,10	\$
ralisées	1.10	1.010,20	
Schiste psammitique zonaire, gris, à végé-	1,10	1.010,20	
taux hachés. Stratifications entrecroisées,			
par places. Devient plus doux. Yeux	2,40	1.012,60	
Schiste gris à zones brunes. Cassure con-			
choïdale	2,60	1.015,20	
Psammite zonaire à stratifications entrecroi-			
sées. Végétaux hachés	4,30	1.019,50	
Schiste gris doux à zones brunes, devenant			
plus feuilleté. Cloyats. Coquilles. Ecailles			
de poisson. Mariopteris	6,50		13°
Calcaire sidéritifère à veines de calcite	0,40	- 1	
Schiste gris doux à zones brunes	3,80	1.030,20	1 1 °
Schiste noir un peu feuilleté. Coquilles sidé-			
ntinees	0,30	1.030,50	
PASSEE.			
Mur compact sidéritifère de o ^m , 10, passant rapidement au psammite zonaire sans	* H.		
radicelles. Quelques végétaux hachés. Lits			
radicenes. Queiques vegetaux naches. Lits			

de sidérose. Cloyats noirs pyriteux. Car- bonicola assez abondante. Débris de		
poisson	1,90	1.032,40
chés	0,50	1.032,90
Psammite très calcareux	0,40	1.033,30
Psammite compact à joints noirs devenant fin, puis schisteux. Vers 1.033 m., un banc de grès calcareux de o ^m ,15. Débris		
de coquilles	6,40	1.039,70 10
Schiste doux, à rayure grasse à la base.		
Débris de coquilles	2,95	1.042,65
VEINE		
Mur psammitique noir	0,55	1.044,00
Psammite compact passant au schiste psam-		
mitique. Encore quelques radicelles. Lits gréseux	1 60	1.045,60
Grès compact micacé et sidéritifère. Em-	1,00	1.045,00
preintes charbonneuses. Cassures minéra-		
lisées	0,50	1.046,10
Schiste psammitique zonaire à stratifications		
entrecroisées. Lits gréseux. Fusain. Végé-		
taux hachés. Anthracomya. Joints de stra-		11 cm 2 mg 1 mg
tification glissés	10,80	1.056,90 15
P _{sammite} zonaire à stratifications entrecroisées et végétaux hachés. Un banc de		770 4 16 7
sées et vegetaux naches. On banc de	0.60	1.057.50
Psammite schisteux. Coquilles	4.50	1.062.00
Schiste gris à zones brunes. Quelques co-	4,50	110,02,00
quilles. Neuropteris	2.40	
Schiste psammitique zonaire passant au	-,-	
psammite zonaire à stratifications entre-		THE
croisées, puis au psammite compact à	ar on the	emerge the of
joints noirs	5,80	1.070,20
Schiste psammitique compact à zones bru-		My Supplement
nes Végétaux hachés. Cloyats, Calami-	T-Carle	od VES
tes. Mariopteris. Il passe au schiste doux		
feuilleté	10,30	1.000,50

Calcaire compact à cassure conchoïdale,			
gris brunâtre, de o ^m 50 passant à une			
roche tendre, gris clair, colithique marbrée			
de taches foncées		A MARIE	
Drusquement, schiste psammitique Cor	1,50	1.082,00	100
daites nombreux. Neuropteris			
Psammite zonaire gréseux à stratifications	1,70	1.083,70	
entrecroisées. Cassures minéralisées. Sphe-			
nopteris obtusiloba, Mariopteris muricata,		In the second	
Calamites Cisti. Cordaites			
Schiste psammitique zonaire. Cordaites	3,30	1.087,00	
abondants		In Property	
Gres blanc, feldspathique à grain fin No-		1.088,15	
dules schisteux	0.85		
Psammite avec lits gréseux de o ^m ,10. Joints	2,05	1.091,00	
de stratification glissés. Calamites, Cor-			
daïtes	1,30	1.092,30	
Schiste psammitique gris noir avec un banc		2,30	
de psammite à végétaux hachés	0,40	1.092,70	
Schiste noir charbonneux (faux-toit)	0,10	1.092,80	
PASSEE.			. 44
Mur normal avec joints de glissement en			
tous sens, passant au psammite zonaire . Schiste psammitique à végétaux hachés		1.093,45	
Schiste gris noir, luisant, végétaux hachés,	0,30	1.093,75	
devenent C1			
devendir un peu psaiminique. Calamites.	1,00	1.094,75	22°
VEINETTE			
Faux-mur, puis mur noir psammitique		1.094,85	
Grès brunâtre, très quartzeux, à joints noirs,	0,35	1.095,20	
program to the control of the contro			
	0,30	1.095,50	
PASSEE.			
Mur psammitique gris avec plusieurs bancs			
de grès semblable	1.60	1.000	0
Schiste gris, dur, fin. Coquilles	2.15	1.000,00	14"
	.,.,	2.099,25	
VEINE. Charbon 0,10. Schiste : 0,10. Char-			
bon : 1,10	1,30	1.100 55	
	What he	,55	

I CI I	0.55	1 101 70	
Mur normal. Cloyats pyriteux	0,/5	1.101,50	
psammite zonaire. Végétaux hachés char-			
bonneux	4,95	1.106,25	
Grès psammitique grenu			
Alternance de schiste à coquilles et Neu-			
ropteris avec du psammite compact à			
végétaux hachés. Fusain. A la base,			
schiste doux	2,50	1.109,75	
	0.00	1 100 05	
VEINETTE	0,20	1.109,95	
Mur brunâtre, psammitique, à cloyats avec un banc noir schisteux. Lepidodendron		al CHAN	
un banc noir schisteux. Leptadaenaron	2.35	1.112,30	
lycopodioïdes Psammite gris à joints noir brun, gréseux	2,55	2,50	
au sommet	1,20	1.113,50	
Schiete psammitique fin, devenant plus			
doux. Débris de coquilles. Joints de stra-			
tification glissés	1,75	1.115,25	1 2°
VEINETTE	0,20	1.115,45	
Mur noir devenant psammitique. Cloyats .	2,05	1.117,50	
Psammite zonaire à stratifications entrecroi-			
sées avec lits de quartzite brun. Végétaux			
hachés. Diaclase verticale. Calamites	2,65	1.120,15	
Schiste psammitique devenant doux à zones			
brunes. Entomostracés. Il devient noir intense à coquilles et écailles de poisson.			
Cloyats pyriteux, à la base. Joints de	Y AV		
stratification glissés. Puis il devient moins			
noir	3,60	1.123,75	10°
Grès psammitique calcareux. Diaclase verti-		Mary Atl	
cale avec pyrite, galène et blende	2,85	1.126,60	
Psammite gréseux, compact, gris, passant	pur line		
psammite zonaire, schisteux. Lits			
schisteux à coquilles. Végétaux hachés .	3,70	1.130,30	
Psammite gris brun à végétaux hachés.		The state of	
Joints noirs charbonneux	1 2 4	1 1 - 1 00	
Schiste psammitique zonaire à végétaux	1,50	1.131,80	

hachés, zones brunes, débris de coquilles, gouttes de pluie. Il devient plus psammitique, puis plus schisteux			8°
PASSEE.			
Mur brunâtre, psammitique Alternance de schiste psammitique zonaire à végétaux hachés et empreintes charbonneuses, avec du schiste fin à coquilles. Sphenophyllum, Calamites, Neuropteris.			
Anthracomya Williamsoni	14,60	1.160,20	
banc de sidérose calcareuse. Coquilles Schiste noir teme à granulation de pyrite et joints calcareux. Lingula mytiloïdes. Vé-	3,00	1.163,20	· S°
gétaux à plat sur le suivant	0,20	1.163,40	
VEINETTE	0,20	1.163,60	
Mur psammitique. Calamites		1.164,15	
Psammite zonaire à stratifications entrecroi- sées. Encore quelques radicelles pyriteu- ses. Passes gréseuses sidéritifères. Diaclase		e e e e e e e e e e e e e e e e e e e	
verticale avec pyrite Grès quartzite sidéritifère, calcareux. Joints	2,65	1.166,80	
charbonneux	0,70	1.167,50	
Schiste psammitique très charbonneux	0,10	1.167,60	
Psammite noir à végétaux hachés. Débris de coquilles. Rachis de fougère. A 1.169 mètres, un banc de quartzite. Calamites.		1.171,75	
Schiste psammitique fin, très dur, à végétaux hachés. A 1.172 ^m ,70, banc de grès calcareux de o ^m ,50. <i>Anthracomya Wil</i> -	on h	de de Portoco descrivos sala de la se	
liamsoni		1.174,20	t.,

Débris d'Anthracomya. Calamites. Ma- riopteris muricata. Ecaille de poisson. A 1.187 m., un banc calcareux. Joints de			
stratifications glissés Psammite zonaire à joints noirs, se rayant en	15,00	1.189,20	6°
brun. Petits nodules de pyrite. Végétaux		Sairten, 5	
hachés. Coquilles	1,60	1.190,80	
Schiste psammitique gris avec bancs plus psammitiques. Nodules pyriteux. Coquil-			
les. Rachis de fougère. Banc calcareux à			
1.195 m		1.200,50	00
Schiste gris	2,00	1.202,50	8°
VEINETTE	0,10	1.202,60	
Mar peammitique	0,60	1.203,20	
Gràs gris brun à stratifications entrecroisées.	0.50	1.203,70	
Cassure avec quartz et calcite Schiste psammitique zonaire avec encore des	0,50	1.203,70	
Joints noirs avec grandes pail-			
Luca de mica. Végétaux hachés	2,20	1.205,90	
Grès micacé, calcareux, brunâtre, veiné de	0.70	1 206 60	*
Desemble zonaire à joints noirs, à rayure	3,70		
brune Un banc compact à végétaux			
hachés Schiste psammitique zonaire. Végétaux ha-	0,30	1.206,90	
Schiste psamintique zonanc. Vegetaux nu- chés. Calamites. Rachis, Mariopteris muri-			
cata	5,70	1.212,60	
Schiste gris avec débris de coquilles et rachis.	2,70	1.215,30	
Schiste noir mat à coquilles passant au cannel-coal impur. Joints de stratification		Charles Co.	
glissés, Lepidostrobus. Il devient plus gris			
avec entomostracés et vermicules de py-			
rite terne	1,00	1.216,30	
PASSEE.			
Mur schisteux normal devenant psammiti-			
que. Cordaites perforés	0,90	1.217,20	
Grès calcareux, grenu, brunâtre, à veines blanches. Lits schisteux avec radicelles.	The Table		
blanches. Lits schisteax avec ladicolles.			

Stratifications entrecroisées. Il devient psammitique avec lits schisteux et cal-		
careux Schiste gris doux à cassure conchoïdale. Joints de stratification glissés. Il devient psammitique et calcareux, avec coquilles.		1.220,30
Anthracomya. Leiaia		1.224,80
Schiste psammitique gris, calcareux. Végétaux hachés. Joints de stratification glissés. Un banc de psammite zonaire à stratifications entrecroisées et joints charbon-		1.227,00
neux. Calamites. Graines Schiste gris doux à cassure conchoïdale, feuilleté. Joints de stratification glissés. Débris de coquilles		1.229,40
Schiste noir mat, calcareux, à rayure grasse. Joints glissés. Nodules pyriteux. Siaillaria		1.230,60
Lepidostrobus, Lepidophyllum triangulare.	0,80	1.231,40
PASSEE. Mur d'abord gris brunâtre, compact, de o ^m , 10, devenant schisteux, puis psamma-		
tique. Lycopodites		
Schiste gris doux. Nombreux joints de glissement. Devient poir intense à rayure	esi di	
brune. Lits de sidérose	3,50	1.240,50
PASSEE.	- with	
début, grossier par places. Il devient plus	1,00	1.241,50
stratification glissés. Diaglases verticales		
avec galène, pyrite et dolomie	11,90	1.253,40

Schiste psammitique gris passant vite au psammite zonaire, puis de nouveau au schiste psammitique, à 1.255 ^m ,40. Sphenopteris obtusiloba Schiste noir feuilleté à cloyats. Cassure conchoïdale. Il devient plus gris, à zones brunes. Yeux. Ecailles de poisson. A la base, un lit noir, pailleté, pétri de débris végétaux. Lingula. Dent de Sélacien.			
Joints de glissement	2,10	1.263,10	100
PASSEE. Mur compact argileux, gris clair, avec enduits de pyrite terne. Il devient plus foncé et			
psammitique avec nodules de pyrite Psammite zonaire avec quelques radicelles et végétaux hachés. Calamites, graines. Il passe au schiste psammitique à joints lustrés, à débris de coquilles, alternant avec du schiste feuilleté. Naïadites, Anthracomya Williamsoni, Neuropteris, Spheteria.	2,50	1.265,40	
nopteris obtusiloba Schiste gris à cloyats. Anthracomya. A 1.285 m., il devient noir et fin. Pyrite terme. Ecaille de poisson. A la base, lit psam-	12,30	1.277,70	100
mitique brun noir	6,20	1.283,90	
quartzite		1.284.40	
psammitique charbonneux, sur o ^m ,57	9,47	1.293,87	
PASSEE.			
Mur psammitique zonaire pétri de végétaux. Cloyats	2,13	1.296,00	
Psammite gris		1.296,50	0
Septaria gris à cassure conchoïdale		1.296,70	

Psammite gris à végétaux hachés. Rachis. Un lit gréseux de o ^m ,15. A 1.300 m., il			
devient schisteux. Calamites	7,10	1.303,80	
Schiste gris. Mariopteris. Ecaille de poisson.	1,70	1.305,50	8-
VEINETTE	201	1.305,55	
mica, devenant gréseux			
mica		1.307,20	
hachés Schiste psammitique zonaire passant au schiste. Débris de coquilles. Lepidophyl-		1.308,40	
lum lanceolatum Psammite gréseux avec radicelles au sommet.			
Intercalations psammitiques	0,65	1.311,00	
ASSISE D'ANDENNE. NIVEAU DU POUDINGUE HOUILLER SU Grès gris zonaire et quartzite micacé. Stratifications entrecroisées. Joints de stratifications glissés. Empreintes charbonneuses. Cassure verticale. Pyrite et calcite. Zones psammitiques à 1.322 m. et 1.325 ^m ,50. Intercalations schisteuses. A la base, o ^m ,05 de conglomérat à cailloux de sidérose			
FAISCEAU DE NORDERWYCK. Schiste gris débutant par un joint de glissement et devenant noir, fin à la base			
Lits psammitiques. Coquilles. Calamites. PASSEE.	1,80	1.337,80	
Mur sidéritifère, calcareux Grès psammitique brunâtre, très fin. Cala- mites. Nombreuses coquilles. Il devient	0,10	1.337,90	

plus grossier à 1.539 m. et calcareux avec			
beaucoup de coquilles sidéritiées à test			
conservé	1,40	1.339,30	
Grès gris à grain fin, sidéritifère. Veines			
blanches, blende. A 1.342 ^m ,50, il devient			
psammitique, zonaire Psammite zonaire à stratifications entrecroi-	4,90	1.344,20	
Psammite zonaire a stratifications entrector- sées. Grandes lamelles de mica. Gréseux	1		
par places. Diaclase verticale minéralisée.			
Graines, Calamites	12,50	1.356.70	50
Schiste gris avec lits psammitiques. Cloyats		33-17-	,
itouv Coquilles	4,70	1.361,40	-
Desemble poir compact, avec lit de grès fin.			
Débris de coquilles Schiste dur avec lits psammitiques, deve-	3,00	1.364,40	
Schiste dur avec lits psammitiques, deve-			
and do plus en plus noir et fin et se			
rayant en brun à la tin. Anthracomya.			
A partir de 1.392 m., granulations pyri-	-0		00
teuses	28,00	1.392,40	8°
Schiste charbonneux, pétri de végétaux, passant au mur psammitique gris. (Passée			
passant au mur psamminque gris. (Passee imparfaite.) Sigillaria. Nodules de pyrite.	1.50	1.393,90	
Schiste noir avec nodules pyriteux. Encore	1,50	1,393,90	
des radicelles. Végétaux à plat, perforés.	0,40	1.394,30	
des radio			
PASSEE.			
Banc terreux avec Sigillaria, passant à du			
mur brunâtre, lequel devient noir et			
zonaire. Fusain	1,70	1.396,00	
Psammite zonaire à joints charbonneux à			
rayure brune. Calamites, grandes paillettes	March 1		
de mica. Il devient schisteux	2,30	1.398,30	
VEINETTE	0.75	1.398,65	
Mur psammitique brunâtre à cloyats, deve-	0,33	1.390,05	
	0,85	1.399,50	
nant gréseux Grès quartzite calcareux, brunâtre	0,50	1.400,00	
Schiste psammitique zonaire avec bancs cal-			5,111
careux. Végétaux hachés. Coquilles	1,50	1.401,50	
			14

INTERPRETATION

Le sondage s'est poursuivi, durant près d'un kilomètre, dans du Houiller, relativement bien régulier. On n'a certainement traversé aucune faille. Les inclinaisons assez fortes (25°), constatées par places, n'étaient, manifestement, que de simples flexures. Aussi le sondage fournit une coupe importante par sa longueur et sa régularité.

D'après la classification moderne, il aurait traversé :

, and the verse .	
ASSISE D'ASCH : 451,40—481,30	29,90
ASSISE DE GENCK : 481,50—867,20	385,90
ASSISE DE CHATELET :	
Partie supérieure : Grande stampe stérile, 867,20	
Partie moyenne : Faiseau de Beeringen : 1.001,75	134,55
—1.163,40	161,65
 1.511,00	147,50
ASSISE D'ANDENNE :	
Niveau supposé du Poudingue houiller supérieur :	
1.311—1.336	25,00
Faiseau de Norderwyck : 1.336—1.401,50	65,50
	950,10

Ce n'est pas ici le moment d'exposer les faits sur lesquels je me base pour faire cette classification. Je me bornerai à dire comment je trace la limite de l'assise de Genck (limite entre l'assise de Charleroi et celle de Châtelet).

Dans la région où j'ai pris le type de l'assise de Genck, elle se termine, vers le bas, par un groupe de deux veines qui sont parmi les plus constantes du Houiller de la Campine. L'inférieure a, dans son mur, des bancs de grès passant au quartzite, très constants, sur lesquels même, parfois, la veine repose directement. Au-dessus de cette veine, de 20-30 mètres, il y a une veine encore plus constante et p'lus puissante, caractérisée par la présence du toit de schiste noir le plus épais de la Campine, car il atteint parfois 70 mètres de puissance. Dans presque toute sa hauteur, ce toit renferme des

coquilles du groupe des Carbonicolidés et très souvent des restes de poissons. Il est aisé de retrouver ce groupement dans les sondages suivants : S. nº 86. Wyvenheide : 734-759 m.; S. nº 78. Waterschei: 1.047-1.067 m.; S. n° 84. Oostham: 985-997 m.; S. n° 79. Voort: 1.051-1.074 m.; S. nº 70. Lambroeck: 753-775 m.; S. nº 69. Winterslag: 922-948 m.; S. n° 90. Gelieren-Heide: 970-999 m.; S. n° 92. Asch : 982-1.002 m.; S. n° 77. Beeringen : 755-761 m.; S. nº 72. Coursel (Langeneiken) : 937-965 m. J'ai encore observé le même groupe, parfaitement caractérisé, au Nord, dans les deux sondages récents : n° 105. Asch (Klaverberg) et n° 106. Coursel (Corspel). Il s'étend donc dans toute l'étendue connue du bassin de la Campine. J'estime qu'une pareille continuité rend ce groupement bien digne de servir de base à l'assise de Genck, et la veine inférieure du groupement ne serait autre que la Stenaye de Liége et le Gros-Pierre du bassin de Charleroi. Je trouve cette base beaucoup plus rationnelle que celle que l'on trace, partout, au sommet de la Grande Stampe stérile. Il n'y a, en effet, rien d'aussi variable que la stérilité et le terme de Grande Stampe stérile n'implique nullement qu'il ne puisse s'y rencontrer des passées, ni même des veinettes.

CHRONIQUE

Les traits essentiels du terrain houiller de la Campine (1)

PAR

ANDRE GROSJEAN,

Ingénieur au Corps des Mines, Attaché au Service Géologique de Belgique.

I. — ELEMENTS D'OBSERVATION.

Le terrain houiller n'affleure nulle part en Campine belge; il y est recouvert d'un épais manteau de formations cénozoïques et mésozoïques. Aussi l'existence d'un gisement houiller dans cette région ne fut-elle reconnue qu'au début du siècle. Ce fut le 2 août 1901 qu'une première couche de houille fut atteinte, à la profondeur de 541 mètres, par un sondage exécuté à Asch, sous la direction d'André Dumont (2).

Cependant, dès la fin du XIXⁿ siècle, on avait par deux fois tenté de mettre en évidence l'existence de houille en Campine. En octobre 1898, André Dumont avait entrepris, à Eelen, un sondage qui fut arrêté, par suite d'accident, à la profondeur de 879 mètres, sans que la présence du Houiller eût été constatée avec certitude. D'autre part, dès le milieu de l'année 1898, un sondage entrepris à Lanaeken par J. Urban, V. Putsage et E. Flasse avait recoupé, à la profondeur de 272 m., cinq à six mètres de schistes constituant l'extrême base du terrain houiller. Un accident interrompit le sondage à 278 m., après que la sonde eut touché un banc calcaire, rapporté à l'assise de Visé, soubassement normal de la formation houillère dans nos régions.

Dans le sondage de Lanaeken on pouvait voir la première con-

⁽¹⁾ D'après une note présentée au Deuxième Congrès National des Sciences, Bruxelles, 19-23 juin 1935.

⁽²⁾ André Dumont, professeur d'exploitation des mines à l'Université de Louvain, était le troisième fils d'André-Hubert Dumont, le célèbre géologue liégeois.

CHRONIQUE

firmation d'une hypothèse, émise depuis longtemps (1), selon laquelle les couches dévoniennes et carbonifériennes qui affleurent au Sud du massif cambro-silurien du Prabant (bord Nord du grand sillon houiller) subissaient, par delà ce massif, une retombée cachée par les dépôts postpaléozoïques de la Campine. Cependant, la preuve de l'existence d'un gisement houiller, ce fut incontestablement le sondage d'Asch qui la fournit.

Très significative fut à cet égard la fièvre qui s'empara du monde industriel et financier dès que la découverte d'Asch fut connue. Une campagne de sondages s'institua immédiatement qui couvrit en fort peu de temps toute la région comprise entre la Meuse (d'Opgrimby à Dilsen) et le village de Santhoven, dans la province d'Anvers (2).

Soixante-deux sondages, comportant une longueur totale de 37,910 m., étaient achevés ou en cours d'exécution à la date du 1^{er} août 1903, soit deux ans après la découverte d'Asch. Puis, le rythme des prospections se ralentit quelque peu. Quand, en août 1906, fut octroyée la première concession, le nombre de sondages exécutés pour la recherche du charbon était de 65, représentant une longueur totale de 50.080 m., dont 13.000 en terrain houiller.

L'ordre chronologique des recherches est sensiblement celui de la numérotation officielle établie par l'Administration des Mines (3). Cette numérotation est reproduite sur les feuilles Campine de la Carte générale des Concessions houillères de Belgique à l'échelle du 40,000e (édition 1922). Sauf pour une douzaine de sondages, situés hors des limites de cette carte, on peut ainsi se rendre aisément compte du développement pris par les explorations.

Les premières concessions furent accordées en 1906; elles étaient au nombre de huit; deux d'entre elles furent réunies dans la suite, tandis que deux concessions nouvelles furent octroyées en 1911 et en 1924. Les concessions actuelles sont ainsi au nombre de neuf. En outre, la loi du 5 juin 1911 a défini trois domaines.

dits Réserves, où le droit de concession est subordonné à l'agréement préalable du Pouvoir législatif.

L'ensemble des territoires réservés ou concédés pour houille en Campine forme une bande allongée de l'Est-Sud-Est à l'Ouest-Nord-Ouest. Large de 12 à 15 km. elle est longue d'environ 50 km. Tandis que la Réserve A, gisant sous le domaine du Camp de Beverloo, se trouve en marge, au Nord-Ouest, de la zone concédée, les Réserves B et C, larges chacune de 4 km., s'allongent, du Nord au Sud, sur toute la hauteur de la bande concédée et la divisent en trois régions : occidentale, centrale et orientale. Pour tenir compte de l'extension du gisement pauvre reconnu à l'Ouest de la Réserve A et des concessions occidentales, il convient de distinguer une quatrième région qui s'étend sous la province d'Anvers.

Après 1906, la mise en valeur des territoires concédés exigea de nouveaux sondages, qui devaient permettre de fixer le meilleur emplacement des sièges et préparer le fonçage des puits. Quelques forages furent également exécutés en terrain non encore concédé. Enfin, tout récemment, on a consacré deux sondages profonds à la définition plus complète de gisements déjà mis en exploitation.

Les sondages de cette seconde période, qui portent les n°s 66 à 106 de la numérotation officielle (1), ont été échantillonnés beaucoup plus soigneusement et étudiés beaucoup plus méthodiquement que ceux de la première campagne. De façon générale, les coupes les plus récentes sont aussi les mieux établies.

Les sondages de la seconde série présente une longueur totale de 37.550 m., dont 16.630 m. forés en terrain houiller.

Il convient de citer aussi la recherche exécutée à Woensdrecht (Pays-Bas), en 1912 et 1913, par le Service de Recherches de l'Etat néerlandais; co forage, situé à 25 km. au Nord-Nord-Ouest d'Anvers, a rencontré le terrain houiller à la profondeur de 919 m. et son substratum calcaire à la profondeur de 1.176 m.

Une troisième source d'information sur le gisement houiller — et c'est incontestablemennt la plus directe — réside dans l'obser-

⁽¹⁾ Et défendue tout particulièrement, dès 1876, par Guillaume Lambert, qui fut le professeur d'André Dumont à l'Université de Louvain, puis, en 1877, par André Dumont lui-même.

⁽²⁾ A l'Est, ces recherches atteignaient l'extrémité occidentale du maine exploré eu Limbourg hollandais.

⁽³⁾ Cependant, le sondage de Lanaeken porte le nº 43 et celui d'Eelen, le nº 31

⁽¹⁾ Les sondages nos 71, 87, 88 n'ont pas été exécutés. Les sondages nos 98, 99 et 100 font partie d'une campagne pour la recherche du sel.

vation des travaux souterrains. A l'heure actuelle, on a creusé, dans les différentes concessions, sept sièges d'extraction, comportant chacun deux puits de grand diamètre et de nombreuses galeries d'exploitation. Le Service géologique s'est employé à faire établir le levé détaillé des allures géométriques et l'échantillonnage serré de la coupe des puits et des principaux traversbancs. L'étude géologique de ces coupes a amené la découverte de données très nombreuses et des plus importantes.

C'est à l'aide des éléments recueillis dans les sondages, puits et galeries qu'il est actuellement possible d'avoir sur le gisement de Campine des connaissances précises. Cependant, la dispersion des points de recherche et aussi l'existence de failles ont rendu délicat le travail de rapprochement des coupes. Les premiers essais, tentés dès 1903, avaient déjà fourni des synthèses présentant une approximation fort intéressante. Mais il a fallu attendre le creusement des puits pour obtenir des corrélations rigoureuses. Ce travail s'est effectué en deux étapes: on procéda d'abord à la mise en parallèle de chaque paire d'avaleresses avec les sondages voisins (1); ensuite, on raccorda ces groupes entre eux (2). C'est l'utilisation des caractères paléontologiques, plus spécialement la recherche systématique des horizons à fossiles marins, qui a permis d'établir quelques raccords s'étendant sur de vastes

(1) Certaines de ces études partielles (groupe de Winterslag, groupe de Helchteren-Zolder, groupe de Beeringen et environs) ont fait l'objet de publications particulières :

de publications particulières:

A. RENIER, 1925. Visite à la houillère de Winterslag. Bull. de la Soc. belge de Géol., Paléontol. et Hydrol., t. XXXIII (1923), pp. 245-264, pl. VII.

CH. STEVENS, 1925. Visite au siège de Voort des Charbonnages d'Helchteren et Zolder, *ibid.*, pp. 209-229, pl. V. (Les recherches récentes conduisent à modifier quelque peu l'interprétation proposée à la pl. V pour les coupes des sondages nos 17 et 73).

A. RENIER, 1926. Quelques précisions nouvelles sur le bassin houiller de la Campine belge. Ses relations très intimes avec le bassin houiller de Liége. Ann. des Mines de Belgique, t. XXVII, pp. 901-962, 1 pl. (2) Le Service géologique a établi un Tableau synoptique des Coupes

(2) Le Service géologique a établi un Tableau synoptique des Coupes stratignaphiques des sondages, avaleresses et travers-banes du Bassin houvler de la Campine, à l'échelle de 1:1000. Commencé en 1923, ce tableau fut, en 1927, distribué sous son premier état, aux exploitants du bassin et aux principaux établissements d'enseignement supérieur. En 1930, le Service a distribué des tirages d'un second état qui avait figuré à la Section des Mines de l'Exposition Internationale de Liége. D'assez importants progrès ont été réalisés depuis ors dans la connaissance du Fouiller de la Campine. Ils sont synthétisés sur un tableau manuscrit conservé au Service Géologique.

espaces et même — pour l'un d'entre eux — sur la superficie entière du champ d'exploitation.

TI. — SUBDIVISIONS STRATIGRAPHIQUES.

Ainsi qu'il était apparu dès l'étude géologique des premiers sondages, le Houiller de la Campine est, en majeure partie, d'âge westphalien (1); ses assises inférieures, namuriennes, restent mal connues. Il se rattache intimement au Houiller qui est exploité depuis des siècles dans les vieux bassins belges, et, plus spécialement, par le Limbourg néerlandais, au Houiller du bassin de Liége. L'épaisseur reconnue est d'au moins 2.300 m.; encore ce total ne contient-il pas la zone de Donderslag, dont l'épaisseur est actuellement impossible à mesurer avec précision.

L'existence d'une zone particulièrement riche en couches de charbon à coke fut mise en évidence au début des explorations. D'abord reconnue dans la région de Genck, cette zone fut recherchée ailleurs et la plupart des sièges furent établis pour en assurer l'exploitation facile. Ses limites n'étaient certes pas connues avec précision, mais les caractères floristiques permirent, dès 1903 (2), de lui attribuer une position voisine de la limite entre les assises A et B, établies par R. Zeiller dans le Nord de la France. Aussi, lorsqu'un niveau à fossiles marins fut découvert au sommet de ce faisceau riche, y vit-on l'équivalent du niveau marin dit Horizon de Quaregnon (3), bien connu dans le bassin méridional comme correspondant au niveau marin de la couche Poissonnière du Nord de la France et au niveau marin de la couche Katharina de la Westphalie et du Limbourg néerlandais, la limite entre le Westphalien A et le Westphalien B des stratigraphes modernes.

A. RENIER, 1926, op cit. p. 947.

⁽¹⁾ P. FOURMARIER et A. RENIER, 1903. Etude paléontologique et straturapi que du terrain houiller du Nord de la Belgique Ann. des Mines de Bettaque, t. VIII, pp. 1183-1216.

Cette étule. légèrement retouchée, a été reprise comme chapitre VI du travail de M. Lohest, A. Habets et H. Forir, 1903-1906. Etude géologique des sondages exécutés en Campine et dans les régions avoisinantes. Ann. de la Soc. Géol. de Belgique, t. XXX, pp. M. 101-678.

⁽²⁾ P. FOURMARIER et A. RENIER, op. cit. 1903, p. 1193, et 1903-1906 p. M. 527.

⁽³⁾ A. RENIER, 1922. Stratigraphie du Westphalien. Livret-guide pour l'excursion C⁴ de la XIII. Session du Congrès Géologique International, Bruxelles, 1922, p. 38 et pl. IV.

Au cours des dernières années, cet horizon remarquable a successivement été recherché et découvert dans toutes les concessions exploitées. Ces recherches ont montré qu'il est seul de son espèce au milieu d'un complexe, puissant de plusieurs centaines de mètres, qui comprend la plus grande partie des richesses houillères de la Campine. Il constitue ainsi une excellente base de raccord, non seulement entre les différentes coupes de Campine, mais encore entre celles de la Campine et des bassins voisins, belges ou étrangers.

L'Horizon de Quaregnon est représenté en Campine par le toit de la couche n° 51 de Kleine Heide (1), le toit de la première passée surmontant la couche n° 1 de Voort (2), le toit de la passée A de Houthaelen (3), le toit de la veinette n° 4 de Winterslag (4), le toit de la veinette n° 38 de Zwartberg (5), le toit d'une veinette située à une quinzaine de mètres au-dessus de la couche C de Waterschei (6) et le toit de la veinette située à 8 m. au-dessus de la couche n° 14 d'Eysden (7).

La teneur en matières volatiles du charbon constituant cet horizon diminue régulièrement de l'Ouest à l'Est: elle est de 35 % à Kleine-Heide, descend à 28 % à Winterslag et atteint 23,9 % à Eysden. Semblable variation de la qualité des houilles provenant d'un même niveau stratigraphique est une loi générale pour tous les faisceaux de Campine.

(1) cf. A. Renier, in A. Grosjean, op. cit. infra, 1936, p. 247, note. (2) A. Grosjean, 1936. L'Horizon de Quaregnon aux Charbonnages de Helchteren-Zolder, en Campine belge. Bull. de la Soc. belge de Géol., Paléontol. et Hydrol., t. XLVI, pp. 247-249.

(3) A. GROSJEAN, 1934. Sur la position stratigraphique précise du gisement houiller de Houthaelen (Campine belge). Bull. de la Soc. belge de Géol., Paléontol. et Hydrol., t. XLIV, pp. 409-413

de Géol., Paléontol. et Hydrol., t. XLIV, pp. 409-413.

(4) A. GROSJEAN, 1928. Découverte de l'horizon marin de Quaregnon à la houillère de Winterslag (Genck). Ann. de la Soc. Géol. de Belgique, t. LI, pp. B. 308-311.

(5) A. GROSJEAN, 1933. Découverte de l'horizon marin de Quaregnon aux Charbonnages des Liégeois à Zwartberg (Bassin houiller de la Campine belge). Constitution du faisceau d'Asch dans la région centrale de la Campine, Bull. de la Soc. belge de Géologie, Paléontol. et Hydro!., t. XLIII, pp. 38-41.

(6) CH. STEVENS, 1928. Découverte à Waterschei (Genck) de l'horizon marin dit de Quaregnon. Ann. de la Soc. Géol. de Belg., t. LI, pp. B. 107-109

Ce raccord fondamental étant établi, nous donnerons quelques détails sur le complexe qui le surmonte, puis sur celui qui lui est subordonné.

Au-dessus de l'Horizon de Quaregnon, on distingue d'abord la ZONE D'ASCH, épaisse de 320 m. dans la région orientale (1), de 285 m. dans la région centrale (2), mais encore mal reconnue dans la région occidentale. Elle contient une trentaine de murs, les uns à l'état de passées de veine, les autres surmontés de veinettes ou de veines dont certaines sont déjà en exploitation.

La limite supérieure de la zone d'Asch est un niveau à Lingula, dit Horizon d'Eysden. C'est l'équivalent du toit à lingules de la couche Domina du bassin de Liége, du Lingula-niveau du Limbourg néerlandais et de la Lingula-Schicht de la Westphalie. Ce niveau fossilifère est connu en Campine au toit de la troisième veinette surmontant la couche n° 27 d'Eysden (3), au toit de la troisième veinette surmontant la couche dite de 1 m. 18 à Waterschei (4) et dans le haut toit de la couche n° 19 de Zwartberg (5). Il n'a pas encore été reconnu dans la région occidentale.

Au-dessus du niveau marin d'Eysden, se trouve la ZONE D'EIKENBERG, qui n'a été complètement reconnue que par les travaux récemment exécutés dans la région orientale. Elle y est épaisse de 320 m. et contient 45 murs.

La zone d'Eikenberg est couronnée par un niveau marin très fossilifère (6), caractérisé par la présence d'Anthracoceras ægiranum Schmidt, ammonoïde caractéristique de l'Horizon de Maurage (couche Petit-Buisson), lequel correspond au niveau marin de la passée de Rimbert dans le Nord de la France et de la couche Aegir en Westphalie.

(2) A. GROSJEAN, 1933, op. cit., p. 40, et, 1930, note (4) ci-dessous.

(3) A. GROSJEAN, op. cit., 1929, p. 354.

⁽⁷⁾ A. GROSJEAN, 1929. Découverte d'un horizon à faune marine aux Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Eysden (Campine belge). Bull. de la Cl. des Sc. de l'Acad. Royale de Belgique, 5° série, t. XV, pp. 352-360, en particulier p. 353.

⁽¹⁾ A. GROSJEAN, 1930, Le Faisceau d'Asch dans la partie orientale de la Campine belge. Bull. de la Soc. belge de Géol., Paléontol. et Hydrol., t. XXIX, pp. 26-39.

⁽⁴⁾ A. GROSJEAN, 1930. Sur les trois niveaux marins du terrain houiller exploité en Campine. Deux gisements nouveaux du niveau marin d'Eysden-Domina, Ann. de la Soc. Sc. de Bruxelles, t. L, série B, pp. 262-267; en particulier p. 264.

⁽⁵⁾ Id., ibid., p. 265. (6) A. Grosjean, 1931. Découverte du niveau marin de Petit-Puisson dans le bassin houiller de la Campine belge. Bull. de la Soc. belge de Géol.; Paléontol. et Hydrol., t. XL, pp. 80-83.

La zone supérieure à l'Horizon de Maurage, dite ZONE DE DONDERSLAG, n'est encore connue que par quelques sondages isolés dont les coupes sont difficiles à raccorder. M. X. Stainier a estimé son épaisseur à 300 m. (1). Elle représente l'assise du Flénu des gisements hennuyers

Au-dessous de l'Horizon de Quaregnon, on trouve d'abord la ZONE DE GENCK, dont la partie supérieure renferme un faisceau de couches de houille particulièrement dense, mis à découvert dans toutes les fosses. Sa limite supérieure est bien définie: c'est l'horizon de Quaregnon. Sa limite inférieure est, au contraire, assez inconsistante, étant, par convention, tracée au sommet d'une épaisse stampe stérile, déjà mise en évidence lors des premières explorations et connue sous le nom de Grande Stampe Stérile. Suivant que l'on entend ce mot stérile dans le sens large. indiquant l'absence de couches de houille exploitables, ou dans un sens plus étroit, désignant l'absence de toute veinette, ou encore dans son acceptation géologique tout à fait stricte, caractérisant l'absence totale, non seulement de charbon mais encore de tout mur de veine, les limites de la stampe stérile - et, par conséquent, celles des zones qu'elle sépare - peuvent varier dans une assez grande mesure. En outre, la délimitation pratique de la stampe stérile stricto sensu reste souvent difficile, parce que les descriptions des anciens sondages ne signalent pas toujours tous les murs recoupés. C'est ainsi, par exemple, que la stampe absolument dépourvue de mur de veine a 140 m. d'épaisseur dans la coupe du sondage nº 77 de Kleine-Heide et 80 m. seulement dans la coupe du sondage nº 70 de Lambroeck, situé, comme le premier, dans la région occidentale; mais, les épaisseurs de la zone de Genck au voisinage de ces sondages atteignent d'autre part 475 et 545 m. respectivement; en sorte que les épaisseurs totalisées de la zone de Genck et de la stampe stérile restent très approximativement les mêmes : 615 et 625 m. Les différences proviennent donc vraisemblablement des difficultés inhérentes au tracé de la limite vraie entre les deux subdivisions.

La zone de Genck et la stampe stérile n'en semblent pas moins

subir une véritable réduction d'épaisseur dans les régions centrale et orientale. Dans la région centrale, la stampe stérile n'a que 65 m. d'épaisseur au sondage n° 90 de Gelierenbosch, tandis que la zone de Genck, nettement reconnue par le sondage voisin de Gelierenheide (n° 89), a 415 m. d'épaisseur; l'ensemble ne mesure donc que 480 m. au total. Dans la région orientale, les mêmes assises, bien identifiables dans la coupe du sondage n° 76 d'Eysden, ont respectivement 76 m. et 442 m. d'épaisseur, soit 518 m. au total.

Dans la zone de Genck, on compte 45 murs de veine, à Kleine-Heide, et 42, à Eysden; des deux côtés, la densité des murs est nettement plus forte dans la moitié supérieure de la zone.

La base de la zone de Genck marque la limite entre deux des subdivisions tenues pour majeures dans les bassins du Sud : l'assise de Charleroi au-dessus et l'assise de Châtelet au-dessous. La dernière couche de la zone de Genck correspond ainsi à la couche Gros-Pierre de Charleroi, Estenaye de Liége, ou encore Steinknipp du Limbourg néerlandais : la grande stampe stérile n'est en somme que l'équivalent, en Campine, de la stampe bien connue au mur de ces différentes couches.

La base de la grande stampe stérile, qui n'est cependant connue que par sondages, peut souvent être située avec plus de certitude que le sommet; elle est, en effet, marquée par un groupe de deux ou trois couches rapprochées sur moins de quinze mètres de stampe, fait qui passe difficilement inaperçu. Ce triplet marque le sommet de ce qu'on a appelé le FAISCEAU DE BEERINGEN, dont une bonne coupe est fournie par le sondage n° 103 de Gestel-Lummen. Il y est épais de 190 m. et contient 13 murs de veine.

Sous le faisceau de Beeringen, on distinguait jadis une *Petite* Stampe Stérile, puis un Faisceau de Norderwijck et, enfin, un Faisceau de Westerloo, reposant sur le calcaire dinantien. Cependant, la signification de ces expressions est toujours restée plus ou moins imprécise. Il convient de les abandonner et de considérer que le trait caractéristique de cette partie du Houiller est un horizon à fossiles marins qui se parallélise avec celui des

⁽¹⁾ X. STAINIER, 1924. Résumé de nos connaissances sur la géologie de la Campine. Ann. des Mines de Belgique, t. XXV, pp. 163-185, en particulier p. 173.

CHRONIQUE

273

couches Sainte-Barbe-de-Fioriffoux de Charleroi, Désirée de Liége, et Bouxharmont de Herve. Dans la région occidentale de la Campine, ce niveau se place à quelque 250 m. sous la base de la grande stampe stérile. Il n'est pas encore reconnu avec certitude dans les régions centrale et orientale.

D'après la coupe du sondage n° 86 (Wijvenheide) (1), qui a atteint le calcaire carbonifère, le Houiller de Campine comporte encore, sous l'horizon de Sainte-Barbe-de-Floriffoux, une épaisseur de 785 m.; mais nos connaissances sur ces assises inférieures restent très sommaires. Deux ou trois couches de houille existent au sommet, puis on ne rencontre plus que des veinettes ou des passées de veine, et le facies marin se fait de plus en plus envahissant. L'épaisseur de 785 m. elle-même ne constitue pas une donnée certaine, car la coupe du sondage n° 86 révèle, à plusieurs profondeurs, des signes de dérangement.

III. - TECTONIQUE.

De manière générale, les sondages d'une même méridienne ont atteint, sous les morts-terrains, des zones d'autant plus élevées du terrain houiller que leur position est plus septentrionale; ce fait, constaté dès le début des explorations, témoigne d'un approfondissement général dans la direction du Nord. En outre, l'inclinaison des couches reste la plupart du temps très faible : il est rare qu'elle atteigne 15°, les pentes plus fortes étant tout à fait exceptionnelles.

L'allure en plan se trouve, d'autre part, silhouettée par la limite méridionale des strates houillères, qui, passant peu au Sud du sondage n° 43 de Lanaeken, peu au Nord du sondage n° 38 de Kessel-lez-Lierre et peu au Sud du sondage de Woensdrecht, dessine une courbe concave vers le Nord-Est (2).

Sur la base de ces constatations, déjà permises par les seuls son-

dages, on a pu tracer, dès 1903, des cartes dont les traits généraux se sont révélés exacts.

Cependant, dans la plupart des cas, les sondages étaient trop éloignés l'un de l'autre pour permettre de décider si certains changements d'allure étaient produits par pli ou par faille. Lorsque les premières exploitations eurent révélé l'existence de failles incontestables, on eut une tendance à décrire la tectonique de la Campine comme celle d'une région de plateurs inclinées au Nord et au Nord-Est dont la régularité d'allure n'était interrompue que par des failles normales, c'est-à-dire soumises à la règle de Schmidt, selon laquelle le massif affaisé gît toujours au toit de la surface de faille. On poussa même la schématisation jusqu'à n'admettre que deux directions de failles, l'une N.-E. - S.-W., et l'autre N.-W. - S.-E.

Le développement des travaux d'exploitation a montré que ces schématisations sont outrancières. Les failles d'apparence normale sont loin de présenter une disposition régulière en réseau orthogonal; leur trace horizontale ne reste même pas rectiligne sur un parcours de quelques kilomètres. En certains endroits, on a constaté l'existence de couches inclinant au Sud. Des ondulations, d'axe méridien, interfèrent d'ailleurs avec l'approfondissement général vers le Nord. En outre, sur toute l'étendue du gisement se rencontrent des cassures secondaires qui sont de petites failles inverses (1). Dans la région orientale, existe même une faille de chevauchement dont le rejet horizontal, dirigé du Nord-Est vers le Sud-Ouest, dépasse 190 m. (2). Tous ses faits montrent que les sédiments houillers de la Campine n'ont pas complètement échappé aux efforts tectoniques tangentiels.

⁽¹⁾ X. STAINIER, 1922. Le sondage nº 86 de Wijvenheide en Campine. Ann. des Mineº de Belgique, t. XXIII, pp. 377-445.

⁽²⁾ On ne possède aucun renseignement positif sur la limite septentrionale de l'extension du Houiller. Peu au Nord de la zone des concessions, les morts-terrains subissent une brusque augmentation d'épaisseur et les sondages n'ont pu atteindre le socle paléozoïque; tel est le cas du premier sondage planté par André Dumont à Eelen, en 1898.

⁽¹⁾ CH. STEVENS, 1926. Un dérangement remarquable d'une couche de houille à Winterslag. — Ann. de la Soc. Géol. de Belgique, t. XLVIII, pp. B. 227-228.

A. Grosjean, 1935. Indices de sollicitation tectonique horizontale dans le bassin houiller de la Campine belge. Bull. de la Soc. belge de Géol., Paléontol. et Hydrol., t. XLV, pp. 129-136.

⁽²⁾ A. GROSJEAN, 1934. Premières observations sur une faille de chevauchement du Bassin houiller de la Campine belge. Bull. de la Soc. belge de Géol., Paléontol. et Hydrol., t. XLIV, pp. 379-384.

La reconstruction du puits Auguste Victoria à Marl

Par le Bergassessor G. SCHMIDT.

(Note traduite et résumée d'après le « Glückauf », n° 45, du 9-11-1935, pages 1069-78, par J. FRIPIAT, Ingénieur principal des Mines.

Le puits Auguste Victoria avait été foncé jusqu'à la profondeur de 820 mètres.

Pour la traversée des morts-terrains aquifères à partir de la surface jusqu'à la profondeur de 222^m,80 (mame sableuse avec intercalations de calcaire), on avait utilisé la congélation. Le reste du puits avait été creusé à niveau vide par les procédés ordinaires. Comme l'effondrement du puits Frans-Haniel à Bottrop, survenu en 1925, avait été attribué à des mouvements de terrains causés par le retrait des tubes congélateurs, on avait jugé bon dans le cas présent de ne pas procéder à cette opération.

Malgré cette précaution, le puis Auguste Victoria 3 s'éboula à son tour, le 24 juillet 1927.

L'obligation de ménager un stot de protection important qu'aurait nécessité l'abandon du puits, ainsi que la situation favorable qu'il occupait pour la mise à fruit du gisement, décidèrent la société exploitante à procéder à son déblayement.

On présumait d'ailleurs que seule la partie cuvelée avait cédé et qu'en dessous du niveau de 220 mètres, le puits était resté indemne.

Amenée à envisager le renforcement du soutènement dans les morts-terrains aquifères, la direction préféra utiliser une colonne simple de tubbings, avec revêtement extérieur de béton, plutôt qu'un cuvelage double, solution beaucoup plus coûteuse.

Recherches préliminaires.

La remise en état du puits fut précédée de recherches portant spécialement sur la tenue du béton mis en œuvre dans les terrains soumis à la congélation.

tations.

Ces recherches, exécutées sous la direction des Docteurs Grün

Les constatations auxquelles elles donnèrent lieu sont résumées

d'une manière claire et concise dans l'ouvrage : « Les cuvelages.

et Weber, firent l'objet d'une note publiée en 1928 dans la revue

CHRONIQUE

On procéda d'abord par passes de 30 mètres environ de hauteur. Le creusement d'une passe étant terminé, on installait une trousse noyée dans le béton sur laquelle on montait la colonne de tubbings,

renforcé d'une double armature.

L'épaisseur des segments du cuvelage et celle du béton augmentaient avec la profondeur : la première de 35 à 84 millimètres, la seconde de 50 à 70 centimètres.

en même temps qu'on construisait le revêtement extérieur en béton

L'armature était constituée par des fers ronds de diamètre croissant, de 14 à 18 millimètres pour les barres verticales et de 20 à 25 millimètres pour les cercles horizontaux.

Théories et applications » (pages 188, 1°, 1), de M. L. Denoël, Professeur à l'Université de Liége (1).

Rappelons en quelques mots la partie essentielle de ces consta-

La chaleur dégagée par les réactions se produisant dans le béton est suffisante pour permettre aux phénomènes de prise de prendre cours avant que ne survienne la congélation de la masse : le béton acquiert déjà ainsi une résistance considérable.

Après le dégel, le processus de prise reprend son cours et confère finalement au béton une résistance qui n'est guère inférieure à celle qu'il aurait eue s'il n'avait pas subi l'influence de la gelée.

Forage des trous de congélation.

« Glückauf » (voir pages 1337-45).

Pour éviter la rencontre avec les tubes congélateurs du premier fonçage, on fora les nouveaux trous au nombre de quarante, suivant une circonférence de 15^m.50 de diamètre, alors que le cercle des sondages primitifs n'avait que 12 mètres de diamètre.

On utilisa une tour de sondage de construction légère, roulant sur deux cercles concentriques constitués chacun par une poutrelle

métallique double T.

Un moufflage permettait de déplacer la tour pour l'amener en peu de temps au-dessus de l'endroit choisi pour le forage.

Les 40 forages, d'une longueur totale de 8.654 mètres, exigèrent 261 jours de travail. Certains d'entre eux furent d'une exécution très difficile par suite de la présence dans le terrain de matériaux provenant du puits effondré.

L'un des forages rencontra notamment une pièce d'acier dur, qu'on ne put traverser qu'en utilisant une couronne en acier spécial (acier Widia).

Congélation, creusement et soutènement.

L'installation frigorifique comportait deux machines de 200.000 frigories-heure.

Six mois et demi après le début de la congélation, on commença le creusement du puits.

Le béton présentait la composition suivante :

Ciment de haut fournes	u de	première	qualité	500	kgs
Sable 0-2 mm.				422	>>
Gravier 2-4 mm.					
Gravier 4-6 mm.			T	269,6	>> -
Eau				 230	>>

La résistance moyenne de ce mélange après 28 jours de prise était de 533 kgs/cm²

La fabrication de ce béton fut l'objet d'une surveillance minutieuse. Chaque fourniture de ciment était soumise à des vérifications portant notamment sur le temps de prise et la résistance après 3 jours de prise.

Les matériaux d'addition étaient examinés au point de vue propreté et grosseur des éléments. Avant d'être incorporés dans le mélange, ces matériaux circulaient sur des grilles mobiles chauffées par un feu de coke. Ce chauffage était réglé d'après la température du béton mesurée dès le trommel de mélange.

Enfin, on vérifiait la teneur en ciment du béton par un essai

à l'acide chlorhydrique et sa résistance après prise.

Lorsqu'une passe était complètement cuvelée et bétonnée, on interrompait le travail et on ne commençait le creusement de la passe suivante que lorsqu'on était certain de la solidité du mur de glace.

A cet effet, on disposait à la partie inférieure de la passe deux thermomètres électriques, l'un noyé dans le béton et l'autre à la surface de séparation du béton et du terrain congelé.

On constatait d'abord une élévation de température assez rapide

277

⁽¹⁾ Ouvrage de la collection « Bibliothèque scientifique belge ».

(jusque +15^d), due au réchauffement provoqué par la chaleur de prise du béton.

La température baissait ensuite très lentement. Lorsqu'elle était descendue en dessous de 0°, on reprenait le creusement.

Entre la première et la seconde passe, le travail fut interrompu pendant 43 jours, mais les pauses suivantes ne furent plus que de 20, 13 et 17 jours.

Le raccord de deux passes consécutives se faisait par un joint picoté sous la bride inférieure d'un anneau boulonné à la trousse de la passe supérieure.

Après la cinquième passe, il n'y eut pas d'interruption dans le travail, et on entama immédiatement le creusement des deux dernières passes (de 157^m,46 à 222^m,80), les anciens tubbings faisant office de soutènement provisoire. Ceux-ci furent ensuite enlevés et le nouveau cuvelage fut monté à partir de l'ancienne trousse toujours intacte et reposant à 222^m,80 dans la mame grise.

Une trousse de renfort fut évidemment placée au niveau de 188^m,80.

Au cours du creusement du puits, on fit des constatations intéressantes sur la façon dont s'était comporté le premier cuvelage.

Jusqu'à la profondeur de 152 mètres, on le retrouva complètement brisé. En dessous de ce niveau, il était encore en place, mais certains segments présentaient des fêlures.

Il était donc bien démontré que la destruction du puits s'était amorcée entre les niveaux de 100 et 120 mètres.

On fit en outre la constatation suivante : alors que toutes les brides horizontales étaient en général indemnes, les brides verticales étaient pour la plupart affectées de fissures à peine visibles à l'endroit des trous de boulons. Ces fissures furent attribuées aux pressions s'exerçant vers l'intérieur du puits au moment de la seconde congélation.

La remise en état du puits jusqu'au niveau de 222^m,80 dura du 10 septembre 1934 au 6 juillet 1935.

On entreprit immédiatement après le déblayage de la partie inférieure, dont le soutènement en béton n'avait souffert aucunement.

Ce travail fut poussé activement et à la date du 31 août 1935, on était arrivé à la profondeur de 545 mètres, réalisant ainsi dans la partie bétonnée un avancement journalier de 7 mètres.

J. FRIPIAT.

BIBLIOGRAPHIE

Cours d'Exploitation des Mines, par HATON DE LA GOUPIL-LIERE, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines. — Quatrième édition, revue et considérablement augmentée par J. de BERC, Inspecteur général des Mines, Vice-Président du Conseil général des Mines. — Tome III. — VIII-778 p., 16×25, avec 363 fig. — Relié: 171 fr.; Broché: 160 fr. — Tome IV. — VIII-763 p., 16×25, avec 286 fig. — Relié: 166 fr.; Broché: 155 fr. — Dunod, Editeur, 92, rue Bonaparte, Paris (6°), 1936.

La littérature d'expressionn française possède dans le « Cours d'exploitation des Mines », de Haton de la Goupillière, une œuvre magistrale qui, dès sa première édition en 1896, rencontra dans le public spécialisé dans l'art des mines un accueil extrêmement empressé et d'ailleurs parfaitement justifié tant par la multiplicité des renseignements qu'elle contenait, que par sa judicieuse ordonnance et sa clarté d'exposition.

Cet accueil fut tel que dix ans plus tard, en 1905,, une seconde édition, considérablement augmentée, fut nécessaire.

Par la suite, les inventions successives et leurs applications industrielles amenèrent de nouveaux remaniements et une nouvelle mise à jour faite par M. l'Inspecteur général J. de Berc qui publia la troisième édition du cours et qui fait actuellement paraître la quatrième en cinq tomes.

Les tomes I et II, sortis de presse il y a quelques années, sont consacrés aux recherches minières, aux travaux d'abatage, à l'établissement des galeries, au fonçage des puits d'une part (tome I), aux méthodes d'exploitation d'autre part (tome II).

Viennent de paraître les tomes III et IV, relatifs à l'extraction.

On y trouve, dans le tome III, une étude théorique et pratique de la fabrication de câbles de toute nature, la détermination de leur composition et de leur section, avec des tables numériques permettant d'effectuer rapidement les calculs pour les câbles en fils d'acier; une description des types les plus modernes de grands tambours d'enroulement et des dispositifs d'embrayage de leurs parties folles; une théorie complète du réglage de la longueur des câbles avec de nombreux exemples; une étude détaillée des variations du couple statique et du couple dynamique

développés sur l'arbre de la machine d'extraction suivant l'organe d'enroulement adopté; une théorie complète des systèmes modernes utilisés pour les attaches de câble et des conditions auxquelles celles-ci doivent satisfaire; une description des skips qui tendent à supplanter en Amérique les cages d'extraction et ont fait récemment leur apparition en Europe; une étude détaillée du guidage par câbles d'acier, et la description des types les plus modernes de parachutes.

Le tome IV décrit les recettes modernes aménagées dans les puits, les appareils d'encagement et décagement automatiques, les recettes spéciales pours kips. Il contient une théorie complète de la machine d'extraction électrique moderne ainsi que de ses dispositifs de commande et de contrôle; un chapitre entièrement nouveau consacré aux appareils de sécurité exigés par les règlements actuels; une description des modèles les plus récents de balance hydrauliques; une étude détaillée du transport du personnel dans les puits et de la circulation dans la mine. Les tomes III et IV constituent donc une monographie complète de l'extraction minière et de ses perfectionnements récents.

La quatrième édition sera complétée ultérieurement par un tome V qui sera consacré à l'épuisement, à l'aérage, à la grisoumétrie et au sauvetage.

G. PAQUES.

Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée. — La Société de l'Industrie Minérale vient de faire paraître, en deux volumes, les mémoires qui ont été présentés à la Section des Mines du Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée dont la VIIe session s'est tenue à Paris du 20 au 26 octobre 1935.

S'il est superflu de rappeler le magnifique succès, présent à toutes les mémoires, remporté par ce Congrès qui, placé sous le haut patronage de M. le Président de la République et le patronage du Gouvernement français, était organisé par la Société de l'Industrie Minérale, le Comité Central des Houillères de France, le Comité des Forges de France, la Société Géologique de France et la Revue de Métallurgie, il n'est pas inutile de souligner combien largement la Section des Mines a coopéré à ce succès tant par la qualité de ses participants que par les multiples et intéressantes communications qui y on été faites sur les sujets les plus divers.

Rappelons simplement que la Section des Mines a donné lieu à la présentation de 123 mémoires, la plupart si pas tous du plus grand intérêt, sur des questions d'ordre général, sur les houillères, sur les minerais, les sels, les phosphates et enfin sur le pétrole.

Le recueil de ces mémoires, très bien présenté sous tous les rapports par la Société de l'Industrie Minérale, constitue une source de documentation dont l'importance n'échappera à personne, qui a sa place dans toute bibliothèque technique et à laquelle quiconque s'intéresse au progrès des mines aura maintes et maintes fois l'occasion d'avoir recours.

Au hasard, citons — sans prétendre les indiquer tous — des nom3, bien connus en Belgique, d'auteurs des dits mémoires ainsi que les titres des communications :

- M. Georges Des Enfans, Ingénieur en chef-Directeur des Mines: Nouvelle organisation du travail dans les galeries en roche par l'emploi de détonateurs à retard.
- M. Albert Linard de Guertechin, Ingénieur au Corps des Mines: Considérations théoriques et pratiques sur l'exploitation des couches minces en dressant par longues tailles en diagonale.

- MM. Raymond Bidlot, Joseph Danze et Jean Martelée, Ingénieurs au Corps des Mines, Répétiteurs à l'Université de Liége: Ventilation des longs travaux préparatoires — Conséquences du défaut d'étanchéité des conduites d'aérage.
- M. Alexandre Dufrasne, Directeur-Gérant des Charbonnages de Winterslag:
 - L'augmentation de la sécurité des mines grisouteuses par la suppression des tailles multiples, des voies intermédiaires, des fausses voies, des cheminées, etc.
- M. Ad. Breyre, Ingénieur en chef des Mines, Directeur de l'Institut National des Mines, Professeur à l'Université de Liége:

Le dégagement grisouteux des couches de houille en Belgique.

- M. Maurice Rey, Professeur à l'Université de Liége : Contribution à la théorie de la flottation des minerais.
- M. Achille Ampe, Ingénieur en chef des Charbonnages de

Creusement de deux puits par le procédé de la congélation.

M. Joseph Kersten, Ingénieur, Administrateur, Directeur général des Charbonnages de Houthaelen:

Recherches sur la cause des ouvertures des joints horizontaux des cuvelages et des cassures horizontales dans le voile des

M. Alphonse Soille, Ingénieur en chef aux Charbonnages André Soutènement métallique des galeries d'exploitation.

M. G.-E. Vassart, Ingénieur-Chef de service des études des Char-

La technique appliquée de l'air comprimé dans les mines. Premiers résultats d'un contrôle organisé. — Le point en

- M. Forthomme, Ingénieur en chef du fond de la Société des Le foudroyage dirigé à Beeringen.
- M. L. Bastin, Ingénieur principal du fond aux Charbonnages

Développement du soutenement métallique en taille aux Char-

M. Robert Dessard, Ingénieur en chef des Charbonnages de Gosson-La Haye et Horloz Réunis:

Coup d'œil sur diverses exploitations du bassin de Liége.

M. Joseph Verdeyen, Directeur des travaux du fond des Charbonnages Limbourg-Meuse:

Le développement de l'exploitation par longues tailles à production intensive.

MM. Louis Dehasse, Administrateur-Directeur des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, et Georges Cirriez, Ingénieur aux mêmes charbonnages:

L'emploi d'un transporteur-freineur de taille pour l'exploitation des longues tailles avec pendage de 30° à 40°.

M. René Toubeau, Ingénieur en chef du Charbonnage de Bray, Professeur d'exploitation des mines à la Faculté polytechnique de Mons:

Considérations sur l'exploitation des couches en dressant.

Note sur un laveur hydropneumatique particulièrement destiné à la valorisation des charbons fins.

M. Henri Verdinne, Ingénieur en chef-Directeur des travaux des Charbonnages d'Aiseau-Presles:

Le rendement, la production et la sécurité dans les exploitations en dressant.

M. Vankerkove, Directeur des travaux du fond des Charbonnages de Helchteren et Zolder:

Considérations pratiques sur l'emploi des locomotives Diesel dans les mines.

MM. André Meyers, Ingénieur principal des Mines, et Eugène De Winter, Ingénieur en chef du fond aux Charbonnages de Winterslag:

Un seul type de traînage par câble depuis le puits jusqu'aux tailles aux Charbonnages de Winterslag.

M. Léon Canivet, Directeur-Gérant des Charbonnages Réunis de Charleroi:

L'aérage par ventilateurs souterrains souterrains à la Société des Charbonnages Réunis de Charleroi.

M. Léon Hoyois, Directeur-Gérant des Houillères Unies du Bassin de Charleroi:

Le procédé « Hoyois » d'autolavage des charbons par courants d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

285

M. Marcel Brun, Ingénieur-Directeur des Charbonnages de Beeringen :

L'enrichissement de charbon brut dans ses rapports avec l'utilisation des sous-produits de laveries.

M. Ch. Hanot, Ingénieur, Directeur des études et installations du Charbonnage des Liégeois :

Traitement des schlamms charbonneux provenant des charbons gras et à forte teneur en cendres.

M. Oscar Seutin, Directeur-Gérant des Charbonnages de Limbourg-Meuse:

Epuration pneumatique des charbons.

Cette simple énumération de la participation belge à la Section des Mines du Congrès suffit à édifier le lecteur sur le grand intérêt de la documentation qu'il peut trouver dans les volumes sous revue, sur la diversité et sur l'importance des sujets qui y sont traités et qui, en général, intéressent spécialement les derniers progrès réalisés dans les exploitations minières et en particulier dans les exploitations houillères de notre pays.

Le tome I (40 rapports, 325 pages, broché) et le tome II (83 mémoires, 650 pages ,broché) sont en vente aux prix, pour l'étranger, de 56 et de 110 francs, franco. S'adresser, soit à la Société de l'Industrie Minérale, 19, rue du Grand Moulin, à Saint-Etienne, soit à la Commission d'Organisation du Congrès, 1, rue Montgolfier, à Paris.

G. PAQUES.

Outillage Mécanique des Entreprises de Travaux, par A.-V. MA-GNY, Ingénieur I.D.N. — Un volume in-8° de 565 pages, avec 373 figures dans le texte et 8 planches hors-texte. — Prix relié: 240 fr. — Editeur: Librairie Polytechnique Ch. Béranger, quai de la Grande-Bretagne, 1, Liége.

Cet ouvrage a pour objet l'étude de l'outillage mécanique utilisé dans les entreprises de travaux et de constructions et plus particulièrement dans les entreprises de travaux publics.

S'adressant spécialement aux entrepreneurs, il est conçu dans le but de faciliter la tâche de ces derniers dans la rechérche et le choix des engins mécaniques qui doivent leur permettre de faire des travaux avec le plus de rapidité, de sécurité et d'économie possible.

Le travail est divisé en douze chapitres.

Le chapitre premier, consacré à des généralités relatives aux entreprises, vise notamment les rapports entre le maître de l'œuvre et l'entrepreneur, le travail du bureau de celui-ci et les frais généraux d'une entreprise.

Dans un paragraphe important, réservé à l'organisation générale des entreprises, l'auteur s'attache à faire ressortir l'importance de la place occupée actuellement dans le programme des travaux par les engins mécaniques d'outillage, dont le choix est rendu souvent délicat en raison de nombreux facteurs, tels que : difficulté d'exécution, délai d'exécution, ressources financières de l'entrepreneur, prix de revient du travail à exécuter, etc.

Dans le chapitre suivant, intitulé: « Outillage spécifique des Entreprises », l'auteur donne des indications précises au sujet des besoins en outillage mécanique des entreprises groupées comme suit par lui: fondations et ouvrages enterrés, bâtiments industriels, ouvrages d'art, routes et canaux, chemins de fer, chutes d'eau et travaux maritimes.

Chacun de ces groupes est illustré par un exemple de chantier récent, tel que l'exécution des tunnels sous l'Escaut, pour n'en citer qu'un, où figurent les tendances actuelles dans la composition et le choix de l'outillage.

Ce second chapitre éclaire d'autre part le lecteur sur la classi-

fication adoptée par l'auteur dans les chapitres suivants, consacrés à l'étude proprement dite de l'outillage.

Dans ces chapitres, au nombre de neuf, sont réunies, en effet, la description et l'étude de l'utilisation des engins mécaniques appropriés au travail de l'entrepreneur, à l'exception, toutefois, du matériel des entreprises spécialisées et des gros appareils construits pour l'exécution des ouvrages très importants.

Le chapitre III est consacré à l'étude des engins mécaniques utilisés dans les terrassements à ciel ouvert : excavateurs de tranchées, terrassiers mûs par tracteurs à chenilles, pelles mécaniques, bennes preneuses ou piocheuses, grues à bennes traînantes, excavateur à câble sur mât ou tours, bennes racleuses, marteaux brisebéton. Il se termine par quelques considérations sur l'étalage et le réglage des déblais, le ripage des voies ferrées, la mise en dépôt des déblais et le remblayage hydraulique.

L'ouvrage continue par des généralités sur les explosifs, leur utilisation dans les travaux à ciel ouvert et notamment dans les carrières. L'auteur passe ensuite à l'étude de l'utilisation de l'air comprimé dans les terrassements en rocher, ce qui l'amène à parler des appareils producteurs d'air sous pression ainsi que des pressions et débits courants de l'air comprimé sur les chantiers. Il entreprend ensuite l'étude des marteaux-perforateurs et donne un aperçu des machines à débiter et à trancher.

Le chapitre V traite des matériels employés dans les dragages et les dérochages, tels que : drague à excavateur à godets multiples, dragues à godet unique, dragues suceuses, pompes à déblais, chalans porteurs et refouleurs, rateaux dévaseurs et pontons pour abatage sous marin.

La question des transports fait l'objet d'un long examen débutant par quelques rappels de mécanique appliquée relatifs à la détermination des efforts de traction. L'auteur étudie ensuite les moyens de tranport les plus employés actuellement, depuis les simples wagonnets jusqu'aux transporteurs aériens par monocâble, bicâble, blondins, etc., en passant par les locomotives et les véhicules sur chenilles.

L'auteur aborde alors la question du levage et de la manutention qui fait l'objet de 45 pages dans lesquelles sont étudiés, notamment, les engins de levage mûs à la main, les câbles et chaînes, les treuils et palans à moteur et toute une variété de

grues ainsi que quelques engins de levage pour travaux maritimes tels que les grues pivotantes sur portique, les grues flottantes et les transbordeurs.

Avant d'entamer les renseignements relatifs aux mortiers et bétons, l'auteur passe en revue, dans un chapitre spécial intitulé: « Concassage, Criblage et Lavage », diverses espèces de concasseurs, de broyeurs, de cribles, de trommels et de machines à laver.

En ce qui concerne les mortiers et bétons proprement dits, le lecteur trouve des renseignements :

1° sur les mélangeurs de mortiers ou bétons, tel que malaxeurs à mortiers à cuve, malaxeurs à mortiers à palettes, bétonnières diverses et doseurs;

2° sur la mise en place des bétons. Cette seconde partie contient en plus de l'étude des différents modes de transport à pied d'œuvre du béton, quelques détails sur les coffrages, ainsi que sur les cintres, les appareils vibrateurs et les machines à enduire.

Vient ensuite le chapitre X, le plus long de l'ouvrage, ayant pour titre : « Fondations et Ouvrages enterrés ».

L'auteur y étudie d'abord différents types de matériels de forage et de sondage, il s'étend ensuite assez longuement sur les modes d'étaiement des fouilles et sur les batardeaux, parmi lesquels il cite ceux exécutés en béton, sur sol préalablement dragué, avec écrans de pied en palplanches métalliques assurant leur ancrage et leur imperméabilité.

L'entrepreneur doit souvent procéder à l'aspiration ou au refoulement de liquides, soit clairs, soit porteurs de matières solides en suspension, aussi l'auteur passe-t-il en revue divers types de pompes capables d'effectuer ces opérations avec le meilleur rendement. Une table de Darcy relative au calcul des pertes de charge complète cet intéressant paragraphe.

Les matériels utilisés dans les procédés de fondation à l'air comprimé et par havage sont également décrits dans ce chapitre, qui se termine par quelques considérations sur le rabattement de nappes d'eau par puits filtrants, le battage des pieux et palplanches et les injections de ciment par sondages et par forages.

La partie de l'ouvrage réservée à l'étude proprement dite de l'outillage s'achève par un chapitre consacré au creusement des tunnels; on y trouve notamment des renseignements intéressants relatifs aux phases de perforation par les méthodes belge et autrichienne, qui sont les plus courantes. Différents modes de soutènements y sont également passés en revue.

289

L'auteur traite ensuite assez longuement la question de l'emploi des boucliers et donne comme exemple le bouclier utilisé pour le creusement du tunnel à grande section sous l'Escaut.

Le chapitre prend fin par quelques paragraphes visant l'outillage d'excavation, l'utilisation des explosifs dans les souterrains en rochers et la ventilation des travaux.

Les nombreuses variétés de matériels étudiées dans chaque chapitre font l'objet de descriptions donnant les caractéristiques essentielles ainsi que le mode de fonctionnement des principaux modèles choisis dans chaque variété.

Ces descriptions sont généralement complétées par des exemples concrets de cas d'application et par des considérations d'ordres divers tendant à indiquer finalement l'utilisation la plus appropriée de chaque engin.

A l'occasion de l'examen critique auquel sont soumis certains exemples de cas d'emplci, l'auteur donne de nombreux renseignements de nature à permettre à l'entrepreneur de résoudre, sans tâtonner, un grand nombre de problèmes.

Le lecteur trouve condensées dans des tableaux se prêtant à d'intéressantes comparaisons, les caractéristiques essentielles de nombreuses machines, des indications précieuses sur leur capacité de travail, leur rendement ainsi que des bases pour l'établissement du prix de revient des travaux à exécuter.

Ces pages sont abendamment illustrées par des photographies, des planches et des croquis très clairs, assurant la parfaite intelligence du texte.

Le dernier chapitre traite la question de location du matériel et reproduit les principaux règlements administratifs, en vigueur explosifs.

Enfin, une table alphabétique des matières, contenant notamment la nomenclature des matériels étudiés, complète utilement l'ouvrage.

L'importante documentation rassemblée par M. Mahy confère à son livre un caractère encyclopédique incontestable. Les formules, les principes et les conseils nombreux qui l'enrichissent d'autre part, font de cet ouvrage un guide sûr pour les entrepreneurs, mais qui peut être également consulté avec intérêt par les ingénieurs et par tous ceux qui s'intéressent aux progrès réalisés dans le domaine de l'outillage mécanique des entreprises.

Georges LOGELAIN

Etudes théoriques et pratiques sur les aciers au nickel. — Le Centre d'Information du Nickel, 22, place de Brouckère, à Bruxelles, vient de faire paraître les fascicules 3 et 4 : Acier au Nickel-Chrome doux et Acier de cémentation de 2 à 6 % de Nickel, des « Etudes Théoriques et Pratiques sur les Aciers au Nickel », par M. Jean GALIBOURG, Docteur ès-Sciences, Maître des Conférences à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures; nous en donnons ci-dessous un bref aperçu.

Troisième fascicule :

" L'Acier au Nickel-Chrome doux ».

Les aciers nickel-chrome doux offrent des caractères généraux intéressants qui leur réservent une place bien à part dans la construction mécanique, entre les aciers nickel-chrome demi-durs et les aciers doux au nickel. Tous les aciers pratiquement utilisés se rangent dans l'une des deux catégories suivantes :

	C	Ni	Cr	Mo
				(facultatif) Moyenne
Aciers Ni - Cr doux Ni 3 %, Cr 0,75 % Aciers Ni - Cr doux	0,18	2,5-3,5	0,5 -1,0	0,25
Ni 5 %, Cr 1,5 %	0,20	4 -6	0,75-2,0	0,25

La première catégorie convient pour les pièces de petites et moyennes dimensions, la seconde est plus spécialement recherchée pour les fortes résistances et les pièces massives; elle trempe d'ailleurs à l'air presque autant qu'à l'huile et à l'eau. Ces aciers présentent des caractéristiques particulièrement intéressantes.

Tout d'abord, grande résilience, même après trempe sans

En second lieu, facilité de traitement thermique : après cémentation, une seule trempe à l'eau ou à l'huile, et même à l'air pour les compositions les plus chargées en éléments spéciaux, suffit à donner la dureté en surface, la résistance et la résilience dans l'âme. Il y a peu de déformation par trempe si l'on opère correctement; possibilité de redresser les pièces déformées après trempe, avec le minimum de risques de rupture, si l'opération de trempe a été mal conduite; pas de risques de tapures de trempe malgré la charge de rupture élevée.

La preuve de la grande aptitude de ces aciers à résister aux chocs dans la couche cémentée comme en profondeur apparaît d'une manière évidente dans une application spéciale où les deux caractéristiques jouent un rôle principal : les plaques de blindage cémentées.

Les applications des aciers au Nickel-Chrome doux sont nombreuses, soit sous forme de pièces cémentées: arbres, axes, vilebrequins, engrenages d'automobiles, pièces de machines-outils, fusées de roues, leviers de direction, rouleaux de roulements, soit sous forme de pièces non cémentées: éléments d'essieux coudés polyblocs, arbres pignons de réducteurs, arbres à plateaux, arbres de navires, etc...

En toutes circonstances : soit après trempe sans revenu ou avec faible revenu dans toute la masse, soit sous couche cémentée, et même jusque dans les soudures à l'arc, où la température élevée du métal provoque des trempes locales très énergiques, les aciers au nickel-chrome doux gardent une caractéristique essentielle, ensemble de limite élastique et de résilience élevées, la ténacité.

Quatrième fascicule :

« L'Acier de Cémentation de 2 à 6 % de Nickel ».

Les aciers faisant l'objet de cette étude ont des teneurs en nickel comprises entre 2 % et 6 %, au minimum 1,5, au maxi mum 7 %. On les emploie tout particulièrement après cémentation en trempe, presque toujours sans revenu, mais on les emploie également, soit à l'état recuit, soit à l'état trempé, généralement sans revenu, ou avec un revenu à basse température.

A l'état cémenté et trempé, les avantages qu'ils apportent sont nombreux : tout d'abord, une résistance intéressante au grossissement des grains de surchauffe.

Une grande facilité de régénération après la surchauffe provoquée par la cémentation, au point que, pour une teneur en nickel suffisante, la simple trempe de dureté suffit à régénérer.

Une résistance élevée sous couche cémentée.

Toutes les pièces cémentées que l'on a l'habitude d'exécuter en acier ordinaire peuvent l'être en l'une quelconque des quatre catégories d'aciers au nickel: acier à 2 % de nickel, acier à 3 % de nickel, acier à 5-6 % de nickel, acier au nickel-molybdène, dont voici quelques exemples d'explications typiques: axes de

pistons de moteurs d'automobiles et d'avions, axes, poussoirs, galets, engrenages, arbres à cames, roulements à rouleau, pignons et couronnes de différentiels, etc...

- A l'état recuit, pour l'emploi limité à des pièces de forme ou de dimensions telles qu'une trempe soit impossible, ils possèdent des allongements et surtout une résilience plus élevée que les aciers ordinaires de même dureté ou de même charge de rupture.
- A l'état trempé, sans cémentation, la trempe augmente la charge de rupture et la limite élastique apparente; mais la caractéristique essentielle et une résilience très élevée, eu égard à la charge de rupture.

Les aciers doux au nickel non cémentés trouvent également de très importants emplois sous forme de pièces d'attelages de mines, essieux avant de véhicules industriels, essieux pour wagonnets de mines, essieux et pièces d'atterrissage d'avions, etc...

STATISTIQUES

BELGIQUE

L'Industrie Charbonnière

pendant l'année 1935

Statistique provisoire et vue d'ensemble sur l'exploitation

PAR

G. RAVEN,

Directeur général des Mines,

H. ANCIAUX

Ingénieur en Chef, Directeur des Mines.

Le présent travail donne, en attendant la publication d'éléments plus détaillés dans la « Statistique des industries extractives et métallurgiques », un aperçu de la marche de l'industrie charbonnière belge au cours de l'année 1935.

Certaines des indications numériques qui suivent ne sont qu'approximatives, mais il n'est guère à prévoir que les chiffres définitifs s'en écartent beaucoup.

Production de houille.

(Voir tableaux nºº 1 et 2 et diagramme nº 1.)

La production nette de houille en Belgique a été, en 1935, de 26.505.670 tonnes, contre 26.389.190 tonnes en 1934.

D'après le tableau nº 1, on peut se rendre compte de l'allure

de la production mensuelle. Le bassin de la Campine a fourni 21,4 % de l'extraction totale de l'année, contre 21,1 % en 1934 et 18,9 % en 1933. I n'a été dépassé, au point de vue de l'importance de la production, que par le district de Charleroi.

Le nombre moyen de jours d'extraction de l'année a varié, suivant les districts, entre 236 et 287. Pour l'ensemble des charbonnages, il a été de 270,8, contre 273,6 en 1934, 273,3 en 1933, 238,0 en 1932 et 290,6 en 1931.

TABLEAU Nº 1. PRODUCTION MENSUELLE DE HOUILLE PAR DISTRICT (en milliers de tonnes).

PÉRIODES	Couchant de Mons	Centre	Charleroi	Namur	Liége	1.imbourg	Le Royaume
Janvier 1935. Février Mars Avril Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre Novembre Décembre	391,2 351,9 374,7 380,9 374,6 363,0 391,7 396,3 365,3 365,3 384,5	308,6 324,1 325,0 311,7 320,7 311,7 329,2 347,2 334,8	523,3 563,7 566,9 489,4 573,8 591,4 599,8 575,6 623,8 584,6	24,4 27,5 26,8 25,8 27,0 27,3 27,3 25,0 30,3 26,9	443,2 405,5 433,2 426,4 439,3 414,7 430,9 441,2 460,3 399,7 459,7	433,4 462,2 450,3 478,2 458,0 480,8 477,5 464.5 516,1 493.8	2.044,4 2.169,9 2.175,4 2.132,3 2.148,0 2.242,8 2.244,8 2.198,2 2.401,5 2.205,1
Totaux des relevés mensuels 1935 . Production en 1935	4.567,8	3.873,5	6.851,9	321,6	5.188,1	5.680,8	26.483,7
(chiffres rectifiés)	4.589,9	3.873,0	6.851,9	321,7	5.188,2	5.681,0	26.505,7
» 1933 (1) » 1932 (1)* .	4.390,2 4.318,2 3.584,1 5.073,5	3.754,7 3.154,6	7.029,6	323,2	4.443,7	4.768,7	26.389,2 25.299,7 21.423,6 27.042.4

La production moyenne du pays par jour d'extraction, calculée mensuellement, a varié de 95.040 tonnes, minimum atteint au mois de juillet, à 101.920 tonnes, maximum atteint en décembre (voir tableau nº 2).

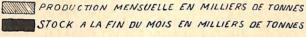
PRODUCTION JOURNALIÈRE (en tonnes) TABLEAU No

İ	me	Jours d'extraction		22,9	21.9	22,4	22.1	23.6	23,2	24,6	22 1	22,4	0.00	2/3,0	273,3	238,0	290,6
-	Royaume	Production journalière	. 7	95.890	080.66	97,120	97.200	95.040	96.760	97.620	99.780	101.920 97.880	077	96.440	92.570	90.010	93 070
	ne '	Jours d'extraction		23,1	22,7	22,5	22,7	24,0	9.66	24,0	22 8	22,3	000	293,3	291,0	261,7	301,6
	Campine	Production journalière		20.500	20.360	20 020	20.18	20.030	20.130	20.980	21.660	22.080	000	18.900	16,390	15.000	13.850 301,6
12		d'extraction		24,5	24.5	23,9	23,2	25.0	24,9	25,9	21,0	24.0	000	588,8	290,9	253,7	292,4
1	Liège	Production journalière		18.090	17.680	17.840	17.870	17.240	18 390	17.770	19.030	19 160	000	18.080	17.550	17 520	18.860 292,4
	441	Jours d'extraction		17,8			-		-	-	-		-	241,7	253,0	4,152	266,5
	Namur	Production journalière		1.410	1.430	1.400	1.370	1.350	1.340	1.320	1.330	1.300	007	1.420	1.280	1.160	1.360
	oi.	Jours d'extraction	W.	20,9	19.7	21,0	21,2	22,5	22,4	23,4	7,12	253.3	0	4,202	260,6	231,0	287,2
	Charleroi	Production journalière		27 480	28 610	27.000	27.070	26 290	97 090	26.660	56 940	27.390		27.850	26.970	26.080	26.740 287,2
		Jours d'extraction		24,3	22,4	23,2	22,1	23,2	6,22	24,5	23 0	22,0	-	1,112	271,4	252,2	6,162
	Centre	Production journalière		13.780	13.780	13.870	14.100	13.820	13.850	14.170	14.560	14.710		13.830	13.840	14.200	14.560 291,9
	t S	Jours d'extraction		23.7	22,4	22,0	22,2	24 0	23,8	25,2	22.6	22,5		271,6	267,6	230,9	1,682
	Couchant de Mons	Production Production project	The last	16.500			-				-		-	021 61	16.140	15.520	17.550 289,1
1	S	aboinàq	1935	Janv. Fev	Mars	Avril	Juin	Juiller	Yent	Oct.	Nov.)éc.	1934	(T)	(1)	(1)	(1)
		Third is allow	A														

⁽¹⁾ Chiffres définitifs de la statistique annuelle.

^{*} Grève prolongée.

MOUVEMENT DE LA PRODUCTION ET DES STOCKS DANS LES PRINCIPAUX DISTRICTS.



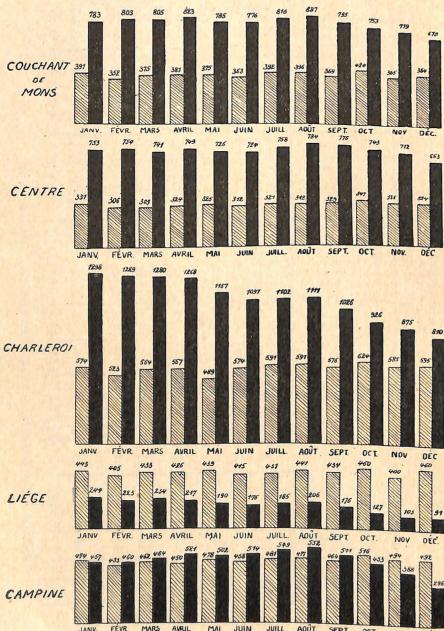


DIAGRAMME Nº 1.

Stocks de houille.

(Voir tableau nº 3 et diagramme nº 1.)

Malgré un léger recul au cours du mois de février, le stock total de houille dans les charbonnages a passé de 3.578.900 tonnes au 1er janvier 1935, à 3.627.800 tonnes à fin avril. Il a diminué ensuite d'environ 300.000 tonnes au cours des mois de mai et ensuite d'environ 300.000 tonnes au cours des mois de mai et juin, pour augmenter à nouveau de plus de 200.000 tonnes penjuin, pour augmenter à nouveau de plus de 200.000 tonnes pendant les deux mois suivants et retrouver ainsi sensiblement, avec 3.535.400 tonnes, le niveau qu'il atteignait au début de l'année. Pendant les mois de septembre à décembre 1935, le stock a diminué de 977.700 tonnes, pour être ramené à 2.557.700 tonnes en fin d'année.

Pour l'ensemble des charbonnages du pays, la quantité de charbon en magasin a donc diminué de 1.021.200 tonnes pendant l'année 1935. Le stock total existant à fin d'année correspond, à l'allure moyenne de production de ladite année, à une production de 26 jours.

Par rapport à la production journalière moyenne réalisée en 1935 dans chaque district, le stock à fin d'année représente la production de 40 jours de travail dans le Couchant de Mons, de production de 40 jours dans le Centre, de 30 jours dans le district de Charleroi, de 27 jours dans celui de Namur, de 5 jours seulement dans celui de 27 jours dans le bassin de la Campine.

Tous les bassins ont participé à la diminution de stock, mais dans une mesure variable. Le recul a été le plus marqué dans le district de Liége, où le stock à fin décembre 1935 ne représentait plus, comme il est dit plus haut, que la production de cinq journées, alors que le stock au 1er janvier 1935 correspondait à la production de près de 14 journées de travail de ce bassin.

Personnel.

(Voir tableaux nos 4 et 5 et diagramme no 2.)

Le tableau n° 4 indique, mois par mois, le nombre moyen d'ouvriers occupés pendant les jours d'extraction.

vriers occupes pendant le premier Ce nombre a oscillé entre 122,700 et 119.000 pendant le premier semestre et entre 118.400 et 122.300 pendant le deuxième semestre.

TABLEAU Nº 3.

STOCKS EN MILLIERS DE TONNES

Périod es	Couchant de Mons	Centre	Charleroi	Namur	Liége	Campine	Royaume
ler janv. 1935 (1) fin janvier » février » mars » avril » mai » juin » juillet » août » septembre » octobre » novembre » décembre	778,1 783,2 803,3 805,5 822,9 785,3 776,1 816,3 837,4 794,8 753,0 718,9 670,5	759,7 753,0 753,9 740,6 749,3 725,9 723,7 758,0 783,7 776,0 743,4 712,2 653,3	1.313,2 1.298,1 1.289,4 1.279,6 1.267,8 1.157,3 1.096,8 1.101,9 1.111,4 1.025.5 925,9 875,4 809,6	52,0 53,8 52,1 49,7 49.8 44,1 41,7 42,6 38,3 38.1 36,8	251,2 244,3 223,1 234,2 217,2 190,0 176,5 184,8 205,9 175,7 127,1 103,1 91,5	424,7 456,6 460,0 484,3 520,8 501,8 513,9 548,9 551,9 551,9 551,9 511,5 453,1 388,5 296,0	3.578,9 3.589,0 3.581,8 3.593,9 3.627,8 3.404,4 3.328,7 3.452,2 3.535,4 3.326,1 3.040,8 2.836,2 2.557,7

TABLEAU Nº 4.

Personnel ouvrier des charbonnages (en milliers d'ouvriers)

Périodes	Ouvriers à veine	Oavriers du fond (y compris les ouvriers à veine)	Ouvriers de la surface	Ouvriers du fond et de la surface réunis
1934 décembre 1935 janvier février mars avril mai juin juillet août septembre octobre novembre décembre 1935 moyenne	18,3 18,5 18,1 18,2 17,9 17,8 17,8 17,6 17,6 17,6 17,7 17,9 17,9	84,8 85,3 82,6 83,0 82,5 82,1 82,8 81,4 82,3 82,1 83,3 84,3 83,9 83,0	37, 6 37, 4 36, 5 36, 5 37, 1 37, 2 37, 2 37, 2 37, 2 37, 2 37, 2 37, 2 37, 2	1,2,4 122,7 119,1 119,7 119,0 119,2 120,0 118,4 119,5 119,3 121,0 122,3 121,7 120,1
1934 » (1). 1933 » (1). 1932 » (1). 1931 » (1).	18,4 18,5 18,7 20,4	87,0 93,5 96,4 106,4	38,7 41,4 41,9 46,3	125,7 134,9 138,3 152,7

¹⁾ Chiffres définitifs de la statistique annuelle.

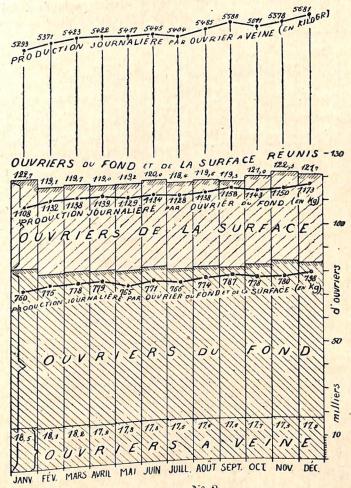


DIAGRAMME Nº 2.

Le relevé ci-après donne la répartition entre les districts du personnel total occupé au cours du dernier mois des années 1930, 1934 et 1935.

	Campine	159.100	122.400	121,700
	Liége	21.300	18,300	18.400
	Namur	34.900	27.300	27.300
	Charleroi	2.300	1.700	1.700
	Centre	45.800	36.300	35.500
	Couchant de Mons	22.800	17.800	17.200
	Mana	32.000	21 000	21.600
1904	66 100-	Déc. 1930	Déc. 1934	Déc. 1935

La diminution du nombre moyen d'ouvriers occupés a été de 5.600 unités par rapport à l'année 1934 et de plus de 35.000 unités par rapport à l'année 1930.

Production par journée d'ouvrier.

(Voir tableaux nos 5, 6 et diagramme no 2.)

Le tableau nº 5 indique que la production par journée d'ouvrier, calculée pour l'ensemble du pays, a augmenté sensiblement au cours de l'année, que l'on considère les ouvriers à veine. l'ensemble des ouvriers du fond ou l'ensemble des ouvriers du fond et de la surface.

TABLEAU Nº 5.

			DESCRIPTION OF THE PROPERTY OF					
	Production journalière par ouvrier							
PÉRIODES	Ouvriers à veine kilogr	Ouvriers du fond (y compris les ouvriers à veine) kilogr.	Ouvriers du fond et de la surface kilogr.					
Janvier 1935 Février Mars Avril Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre Novembre Décembre	5.299 5.371 5.423 5.422 5.417 5.445 5.404 5.485 5.588 5.511 5.578 5.681	1.108 1.132 1.138 1.139 1.129 1.134 1.128 1.138 1.138 1.158 1.143 1.150	760 775 778 779 765 771 766 774 787 778 780 798					

Le tableau nº 6 met en regard, pour les divers districts, le rendement de chacune de ces catégories en 1935 et les rendements qui ont été réalisés au cours des deux années antérieures; il permet aussi de faire des comparaisons entre les districts.

Les rendements ont été sensiblement plus élevés en 1935 qu'en 1934, tant dans les divers districts du bassin du Sud que dans le bassin du Nord.

TABLEAU Nº 6.

ì			1		Produc	ction m	oyenne			
	DISTRICTS MINIERS	par journé e d'ouvrier à veine en kilogs			de (ouv. à	ournée d l'intérie veine ce en kilog	eur ompr.)	par journée d'ouv, de toute catégorie (intérieur et surface) en kilogs		
		1933	1934	1935 (2)	1933	1934	1935	1933 (1)	1934	1935 (2)
	Couchant de Mons Centre Charleroi Namur Liége Bassin du Sud Campine	4.258 4.968 4.754 4.436 4.634 4.642 7.570	4.963 4.595 4.976 4.870	5.416 5.044 4.603 5.340 5.070 7.642	999 974 965 775 917 1.304	1.047 1.045 1.069 1.121 875 1.005 1.468	1.091 1.114 1.111 1.139 928 1.056 1.608	873	729 716 698 743 621 687 996	758 767 723 737 654 719 1.079
	Le Royaume	5.007	5.260	5.465	971	1.076	1.140	663	735	775

On peut constater que l'avance prise par le bassin de la Campine, par rapport aux autres bassins, en ce qui concerne la production par journée d'ouvrier de toute catégorie, s'est encore accentuée au cours de l'année 1935.

Salaires.

(Voir tableaux nos 7, 8 et 9.)

Le 25 mars 1935, la Commission Nationale Mixte des Mines décida de modifier comme suit la convention des salaires existante: l'index combiné serait supprimé, l'index de base antérieur 677 serait maintenu et les fluctuations des salaires seraient commanseran mamoria de l'index simple des prix de détail. Dans ces dees a l'avenir par des de 5 % des salaires devait être déclanchée conditions, une baisse de 5 % des salaires devait être déclanchée par l'index 646, correspondant à un nouvel index de base 643.

L'index des prix de détail étant descendu à 642 le 15 janvier 1935, à 632 le 15 février et à 621 le 15 mars, une diminution de 5 % des salaires fut appliquée à partir du 31 mars.

% des salaires la dévaluation monétaire. L'index au Sur ces entrefaites arriva la dévaluation monétaire. L'index au Sur ces entrerance. Il index au 15 mai 1935 étant remonté à 638, les ouvriers revendiquèrent une

⁽¹⁾ Chiffres définitifs de la statistique annuelle.

⁽²⁾ Chiffres provisoires.

TABLEAU Nº 7.

SALAIRES EN SEPTEMBRE 1935

	ikk	Salaire	d'une j	ournée	de huit	heures	A. C.
CATÉGORIES d'ouvriers	Mons	Centre	Charleroi et Namur	Liège	Bassin du Sud	Campine	Royaume
A.— Fond 1) Ouvriers à veine. 2) Ouvriers à marché autres que les ouvriers à la journée assimilables	40,73	42,08	41,78	43.10	41,90	42,76	42,03
aux précédents au point de vue du sa- laire. 3) Ouvriers occupés au	40,28	42,76	41,42	40.53	41,09	44,94	41,66
transport pendant le poste d'abatage.	32,82	29,49	30,85	32,80	31,48	32.44	31,58
4) Autre personnel du fond (*). 5) Ensemble du person-	32,80	33,90	33,42	32,72	33,16	33,61	33,25
nel du fond (*). B.— Surface	37,34	36,66	36,95	36,97	36,99	38,89	37,27
6) Ouvriers qualifiés et ouvriers y assimilables							
au point de vue du salaire.	31, 87	34,34	32,89	31,63	32,62	31,41	32,40
7) Personnel masculin non qualifié. 8) Femmes et filles.	24,12 13,31	27,05 14,65	26,11 15,13	-5,41 16,55	25,80 15,37	23,61 16,24	25,50 15,38
9) Ensemble du person- nei de la surface (*).	27,37	29,02	27,40	20,65	27,48	27,24	27,44
C. — Fond et surface		7					
10) Ensemble du person- nel du fond et de la surface (*).	34,28	34,15	33,50	33,83	33,87	35,13	34,05

^(*) Non compris le personnel de la surveillance.

hausse des salaires. A l'intervention du Gouvernement, les patrons charbonniers accordèrent, à partir du 2 juin et à titre d'avance, une augmentation des salaires de 2,5 %, récupérable lorsque serait atteint l'index 672, déclanchant une hausse des salaires de 5 %.

Le 15 octobre, l'index atteignit 684 et une augmentation de 5 % devenait donc applicable à partir du 3 novembre, sauf à récupérer l'avance de 2 1/2 % accordée depuis le 2 juin. Les ouvriers réclamèrent le bénéfice entier de l'augmentation de 5 % et demandèrent en outre de faire varier dorénavant les salaires par tranches de 2 1/2 % et non plus de 5 %.

Le 7 novembre 1935, il fut convenu à la Commission Nationale Mixte des Mines: 1) qu'à l'avenir les modifications de salaires se feraient par tranches de 2 1/2 %; 2) que, dès le 3 novembre 1935, serait appliquée la hausse de 2 1/2 % des salaires, commandée seulement par l'index 690 non encore atteint et que, en conséquence, avec la hausse de 2 1/2 % déjà accordée, les salaires seraient augmentés de 5 % à partir de cette même date, l'index de base étant porté à 692; 3) que les patrons charbonniers renonçaient à récupérer l'avance de 2 1/2 % accordée en juin 1935.

Dans le tableau n° 7, on trouve les résultats d'une enquête faite pour la Commission Nationale Mixte des Mines et portant sur les salaires du mois de septembre 1935. Il s'agit ici du salaire moyen d'une journée normale de huit heures pour les ouvriers de diverses catégories, à l'exclusion du personnel surveillant.

Le tableau n° 8 indique, d'autre part, les salaires moyens de l'année, mis en regard des salaires moyens de l'année précédente, les uns et les autres établis par journée de présence et en tenant compte des sommes touchées par le personnel de surveillance. On déduit de ce tableau que, dans l'ensemble, le salaire moyen de 1935 a été légèrement inférieur au salaire moyen de 1934.

Une diminution proportionnellement plus importante affecte, comme l'indique le tableau n° 9, la dépense en salaires par tonne, calculée pour les différents districts et pour l'ensemble des mines du pays : l'augmentation sensible du rendement en est la cause principale. Le même tableau montre également que la dépense en salaires par tonne est nettement plus faible en Campine que dans tout autre district.

Comme nous l'avons fait remarquer à l'occasion des statistiques précédentes, les chiffres des tableaux nos 7, 8 et 9 ne concernent

que les salaires proprement dits. D'autres charges viennent s'y ajouter pour constituer le coût de la main-d'œuvre.

TABLEAU Nº 8.

SALAIRES EN 1934 ET EN 1935
(Chiffres provisoires pour 1935)

DISTRICTS	Ouvriers du fond (y compris les ouvr. à veine) Ouvriers du fond (y compris les ouvr. à veine)		à		tot catég (fo	iers de la		
	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935
Couchant de Mons	41,97	41,01	39,72	38,65	29,42	28,68	36,59	35,60
Centre	42,53	41,69	39,24	38,15	31,18	30,78	36,71	35,86
Charleroi	42,03	41,95	39.36	38,63	29,00	28,80	35.77	35,20
Namur	41,45	.40.85	39,52	39,07	28,66	28,24	35,86	35,25
Liége	44,17	43,56	39,16	38,36	29,09	28,62	36,25	35,48
Bassin du Sud	42,62	42,04	39,36	38,48	29,48	29,06	36,23	35,48
Campine	43,05	42,44	41,31	40,77	29.26	28,63	37,42	36,78
Royaume	42,69	42,10	39,66	38,83	29,45	28,99	36,41	35,68

TABLEAU Nº 9.

SALAIRES PAR TONNE.

(Chiffres provisoires pour 1935)

DISTRICTS	Dépenses en salaires par tonne nette extraite			
	1934	1935		
	Francs	Francs		
Couchant de Mons	50,17	46,98		
Centre	51,25	46,74		
Charleroi	51,24	48,66		
Namur	48,25	47,83		
Liége	58,27	54,27		
Bassin du Sud	52.75	49,32		
Campine	37,56	33,04		
Royaume	49,56	46,06		

Prix des charbons.

(Voir tableau no 10.)

Le tableau nº 10 indique, pour les principales catégories de charbons, tant à usage industriel qu'à usage domestique, les prix directeurs fixés pour le marché intérieur par l'Office National des Charbons.

Cet organisme, constitué sous forme de société coopérative le 7 janvier 1935, groupe tous les charbonnages du pays. En ce qui concerne les prix de vente des charbons et agglomérés, son rôle est le suivant. Il est le vendeur unique à l'égard des catégories de consommateurs ci-après : chemins de fer, armements maritimes (pour les charbons de soute), fabriques de coke, centrales électriques, cimenteries, glaceries, verreries, consommateurs étrangers auxquels les combustibles sont expédiés par voie maritime.

L'Office National des Charbons réglemente, en outre, les ventes de charbons industriels et de charbons pour foyers domestiques, effectuées directement par les mines aux autres catégories de consommateurs du pays.

Les prix mentionnés au tableau sont, pour la plupart, établis pour des localités dites « centres de parité ». Ce sont des prix de base dont les prix réels dérivent par l'application dans chaque cas de diverses corrections.

On déduit des chiffres du tableau que, depuis l'établissement du premier barème, établissement qui a coïncidé avec la dévaluation monétaire, les prix des charbons industriels ont été relevés de 5 à 11 francs et ceux des charbons domestiques de 5 à 15 francs suivant les catégories.

Pour évaluer la hausse totale entre la fin de l'année 1934 et la fin de l'année 1935, il faut tenir compte non seulement des hausses ci-dessus, mais aussi de la différence entre les prix à fin 1934 et ceux au 1er avril 1935. Cette différence résulte de la suppression des concessions sur les prix qui étaient couramment consenties par les charbonnages.

Il n'est pas possible, pour estimer l'importance de ce rajustement, lequel a surtout été marquant pour les catégories à bas prix, de procéder à une comparaison du tableau n° 10 avec celui publié l'année dernière. Mais on peut obtenir une indication sur la hausse totale du niveau général des prix des charbons au cours

TABLEAU Nº 10

PRIX DES CHARBONS

CATÉGORIES	ler avril 1935	ler juin 1935	4 novembre 1935
Charbons industriels :		497	
Poussiers, 20 % de ::endres, 0-1, 0-2 m/m, maigre Poussiers, 12 % de cendres, 0-4, 0-6 m/m,	35 50	40,50	46,50
quart-gras Fines lavées, 0-10 m/m, demi-gras Fines mi-lavées, 0-30 m/m, gras Menu brut, 0-70 m/m, maigre Menus mi-lavés, 0-60, 0-70 m/m, gras Braisettes, 10-20 m/m, demi-gras Criblé, au-dessus de 60 m/m, 3/4 gras	48 67 92 82 100 132 147	53 72 97 87 105 137 152	57,50 77 102 92 110 137 157
Fines à coke	97,50	102,50	105
Charbon pour locomotives de la Société Nationale des Chemins de fer belges : Classe C, 12 % de cendres (menu 0-70 m/m, demi-gras)	99,50	101 (1)	104 (2)
Charbons domestiques: Braisettes 10-20 m/m, maigre Braisettes 20-30 m/m, maigre Braisettes 20-30 m/m, demi-gras Têtes de moineaux 30-50 m/m, maigre Têtes de moineaux 30-50 m/m, demi-gras Gailletins 50-80 m/m, maigre Gailletins 50-80 m/m, demi-gras Criblé, gras	142 192 192 202 202 202 177 182 167	142 192 192 202 202 177 182 167	147 207 202 202 207 207 187 192

de l'année 1935, en considérant la valeur moyenne déclarée à la douane pour les charbons importés, d'une part pour les mois de novembre et décembre 1934, d'autre part pour les mois correspondants de 1935. Cette valeur moyenne par tonne a augmenté de 15 fr. 80.

Production de coke.

(Voir tableau no 11.)

Pour l'ensemble du pays, la production de coke a légèrement augmenté en 1935 par rapport à 1934.

TABLEAU Nº 11.

PRODUCTION DE COKE PENDANT L'ANNÉE 1935 (en milliers de tonnes)

PÉRIODES	Couchant de Mons	Centre	Charleroi	Liége	Région non minière	ROYAUME
Janvier	55,0	27,1	86,0	78,4	121,5	368,1
Février	51.7	24,7	78,4	70,3	107,8	332,9
Mars	56,8	26,9	87,8	76,6	122,5	370,6
Avril	55,4	25.8	86,2	81,9	.116,9	366,2
Mai	58,2	28.6	94,4	88,4	124,3	393,9
Juin	57,7	27,9	90,2	84,6	122,0	382,4
Juillet	64,1	29,0	95,3	87,8	137,1	413,3
Août	63,6	27,9	93,7	86,8	137,0	409,0
Septembre	60,6	27,8	91,1	82,6	134,5	396,6
Octobre	63,7	28,8	94,4	90,0	137,5	414,4
Novembre	61,6	26,4	91,3	88.9	138,5	406,7
Décembre	63,4	27,9	94,7	91,4	146.8	424,2
Total 1935	711,8	328.8	1.083,5	1.007,7	1.546,4	4.678,3
1934 (1)	611,6	1.3	309,1	973.7	1.342,0	4.236,4
1933 (1)	563,8		844,6	Contract of	1.437,1	4.392,6
1932 (1)	528,7		889,7		1,498,0	4.410,0
1931 (1)	371,5		806,1			4.876,8

⁽¹⁾ Chiffres définitifs de la statistique annuelle.

⁽¹⁾ Le prix de 101 francs n'a été appliqué qu'à partir du 1er juillet 1935.

⁽²⁾ Le prix de 104 francs a été appliqué dès le 1er octobre 1935.

STATISTIQUES

Prix du coke.

(Tableau no 12.)

Les prix du coke métallurgique pour les hauts fourneaux pendant l'année 1935 sont indiqués ci-après, d'après les barèmes du Syndicat des Cokes.

TABLEAU 12.

PRIX DU COKE

DATES	Prix de la tonne de coke métallurgique Fr.
ler avril 1935	107,50
ler juin 1935	115,00
ler janvier 1936	125,00

Pas plus que les prix des charbons, ces prix ne sont comparables aux prix des cokes publiés les années précédentes d'après une autre source.

Production d'agglomérés.

(Voir tableau no 13.)

La production d'agglomérés a légèrement augmenté, dans l'ensemble, par rapport à l'année précédente; on ne constate de diminution que dans le district de Liége.

TABLEAU Nº 13.

Production d'agglomérés pendant l'année 1935

(en milliers de tonnes)

				September 1		
PÉRIODES	Couchant de Mons	Centre	Charleroi -	Namur	Liége	Total
Janvier ,	5,9	15,9	53,2	2,7	27,3	105,0
Février , , , .	7,0	12,7	49,3	2,4	24,7	96,1
Mars	8,9	13,9	50,5	2,3	28,3	103,9
Avril , , .	8,5	15,8	52,5	2,6	31,2	110,6
Mai . , , , .	8,1	16,5	53,7	3,5	28,5	110,3
Juin	11,1	13,7	54,8	2,8	27,1	109,5
Juillet	5,0	11,0	53,2	2,5	28,0	99,7
Août	6,4	13,4	60,8	2,8	26,2	109,6
Septembre	7,6	13,0	63,0	4,5	27,7	115,8
Octobre	8,9	15,5	69,1	6,3	32,6	132,4
Novembre	9,6	18,2	71,2	6,0	31,4	136,4
Décembre	10,7	17,0	68,8	5,2	31,3	133,0
Total 1935, .	97,7	176,6	700,1	43,6	344,3	1.362,3
Année 1934 (1)	89,9 86,1 93,5 110,5	175,6 186,0 169,5 · 241,5	682,6 688,1 670,6 948,1	39,3 36,3 36,5 101,6	366,2 367,3 346,9 448,7	1.353,6 1.363,8 1.317,0 1.850,4

⁽¹⁾ Chiffres définitifs de la statistique annuelle.

Prix des agglomérés.

Le tableau suivant donne les prix fixés semestriellement pour les briquettes d'une teneur en cendres de 9 à 10 %, achetées par la Société Nationale des Chemins de Fer Belges.

TABLEAU Nº 14.

PRIX MOYEN DES AGGLOMÉRÉS

DATES	Prix de la tonne de briquettes pour la Société Nationale des chemins de fer belges					
ler Octobre 1934	118 fr					
ler Janvier 1935	118 »					
ler Février	118 »					
ler Avril	114 »					
ler Mai	114 »					
ler Juin	114 »					
ler Juillet	114 »					
ler Septembre	114 »					
ler Octobre	119 »					
ler Novembre	· 119 »					
lor Décembre	119 »					
ler Janvier 1936	119 »					

Mouvement commercial et consommation de houille de l'Union belgo-luxembourgeoise.

(Voir tableaux nos 15, 16, 17 et diagramme no 3.)

La consommation de houille dans l'Union Belgo-Luxembourgeoise, après avoir considérablement décru d'année en année de 1929 à 1932, et s'être maintenue en 1933 à un niveau voisin de celui de l'année précédente, a légèrement augmenté en 1934 et à nouveau en 1935. Cette consommation a atteint, en effet, 28.514.000 tonnes en 1935, contre 28.066.000 tonnes en 1934, 27.029.000 tonnes en 1933 et 27.108.000 tonnes en 1932.

Les importations en Belgique de coke ont été soumises, à partir du 1^{er} janvier 1935, à des mesures restrictives exposées dans le chapitre suivant et analogues à celles qui n'avaient été appliquées précédemment qu'aux importations de houille et d'agglomérés de houille.

Les combustibles étrangers, en diminution de 971.000 tonnes sur l'année précédente, ont couvert 24,1 % de la consommation, contre 27,9 % en 1934.

L'Allemagne (y compris la Sarre depuis le 1er mars) a fourni plus de 67 % du tonnage importé, tous combustibles réunis et exprimés suivant leur équivalent en houille. Les Pays-Bas ont occupé la deuxième place en fournissant près de 20 % de l'importation. La Grande-Bretagne, la France et la Pologne sont venues respectivement en troisième, quatrième et cinquième lieu.

Les exportations de combustibles ont dépassé de 390.000 tonnes celles de l'année précédente, quoiqu'elles aient continué à être restreintes par des mesures gouvernementales prises en différents pays, et notamment en France. Pour ce dernier pays, qui constitue le principal débouché extérieur pour les combustibles belges, le contingent mensuel alloué à la Belgique a été fixé à 58,5 % de la quantité mensuelle moyenne exportée pendant les années 1928, 1929 et 1930. Ce contingent a été diminué encore de 10 % pendant chacun des mois de septembre, octobre et novembre 1935. Le bénéfice de l'intégralité de ce contingent a été, comme précédemment, subordonné à la condition de livrer, dans le cadre du contingent total, une quantité minimum de charbons domestiques. Toutefois, des facilités ont été accordées pour l'échelonnement de ces fournitures de charbons domestiques

TABLEAU Nº 15.

IMPORTATIONS (en milliers de tonnes) (Union Belgo-Luxembourgeoise)

Pays de provenance	Houille	Coke	Agglomérés	Total Le coke et les agglom, étant comptés dans le total pour leur équival, en houille
Allemagne Pays-Bas Grande-Bretagne Pologne Russie Sarre*	2.255 669 476 228 89 50	1.763 513 — 3 —	101 34 - 2 - -	4.638 1.366 476 234 89 50
Total 1935 (1). 1934 (2). 1933 (2). 1932 (2). 1931 (2).	3. 77 4.481 5.224 6.736 9.528	2.279 2.338 1.754 1.943 2.154	137 190 211 203 244	6 863 7.834 7.801 9.444

TABLEAU Nº 16.

Exportations (en milliers de tounes). (Union Belgo-Luxembourgeoise)

Pays de destination	Houille	Coke	Agglomérés	Total Le coke et les agglom, étant comptés dans le tatil pour leur équival, en houille
France Italie Pays-Bas Suède Allemagne Etats-Unis Suisse Canada Congo Autres pays Provisions de bord Total 1935 (1) 1934 (2) 1932 (2) 1931 (2)	2.966 407 352 7 6 ————————————————————————————————	346 131 49 177 75 49 1 3 12 76 919 960 914 980 862	270 12 35 — 15 9 — 16 25 64 446 406 473 566 940	3.659 588 447 237 104 78 61 58 32 211 401 5.876 5.486 5.261 5.274 7.519

⁽¹⁾ Chiffres provisoires.
(2) Chiffres définitifs.

sur une période de douze mois, allant du 1er avril 1935 au 31 mars 1936.

Il est à noter que, au cours du premier trimestre, les exportations ont été nettement inférieures à celles de l'année précédente. A partir du 1^{er} avril, elles se sont développées considérablement, au point de dépasser, pendant les quatre derniers mois de l'année, les importations.

Au total, exprimées en houille, les exportations de l'année 1935 ont représenté 22,2 % de la production, contre 21 % environ en 1934 et 1933.

Le déficit de la production par rapport à la consommation de l'Union Belgo-Luxembourgeoise a été de 2.008.000 tonnes; mais 1.021.000 tonnes ayant été reprises au stock, l'excédent des importations sur les exportations ne 3'est élevé qu'à 987.000 tonnes.

Le diagramme n° 3, pour l'établissement duquel il a été admis que la consommation de charbon étranger en Belgique correspond à l'importation, donne approximativement la répartition de la consommation en charbon étranger et en charbon belge. Il indique, en outre, la quantité de charbon belge exporté.

Dans les dernières années, la proportion de charbon belge dans la consommation de l'Union Belgo-Luxembourgeoise a varié comme suit :

En	1929					Y			57,9	%
En	1930							7.	58,0	%
En	1931				4.1	4			59,1	%
En	1932			and the	4.				65,2	%
En	1933							4.6 W	71,2	%
En	1934		1	3:0			25		72,1	%
En	1935				1		K		75,9	%

Il ne faut pas perdre de vue que, si cette proportion a considérablement augmenté depuis 1929, la consommation totale de l'Union est tombée de 38.486.000 tonnes en 1929 à 28.514.000 tonnes en 1935.

Toutefois, une amélioration sensible s'est manifestée en 1935 : alors que la consommation totale a dépassé de 448.000 tonnes seulement celle de l'année précédente, la consommation de charbon belge a augmenté de 1.419.000 tonnes, pour atteindre le niveau

TABLEAU Nº 17.

Consommation (en milliers de tonnes).

	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935 (2)
Production	26.940	27.415	27.042	21.424	25.300	26.359	26.506
Importation .	16.207	14.151	12.789	9.444	7.801	7.834	6.863
Exportation . Différence des	5 476	5.721	7.539	5.274	5.261	5.486	5.876
stocks (1).	- 815	+2.164	+1.055				-1.021
Consommation .	38.486	33.681	31.237	27.108	27.029	28.066	28,514

38,5	Con	the's				
	33,7	Who	9 >			
16,2		31,2	101	7 . 70	7ALE 28,,	28,5
	14,±	12,8	27,1	27,0	117.811	6.9
		ARBO	N/E	TRANG	SER!	
22,3						
	19,5 CO	18,4 V SO M	MAT	19,2	20,3	21,6
6	0	TARE	SOIN	BELO	DE	
192	93	931	932	933	34	35
	CHAP	RBON	BELG		61 PORTE	119
15,5///		7,5	[[5,3]]]]	(5,3///		[[5,9]])

DIAGRAMME Nº 3.

de 21.651.000 tonnes qui, depuis 1923, n'a été dépassé qu'en 1928 et 1929.

Mesures tendant à adapter la production et l'importation à la consommation.

L'Office National des Charbons, dont la mission en ce qui concerne la vente a été indiquée précédemment, a aussi pour attribution de fixer périodiquement des limites de production et de débit qui ne doivent pas être dépassées. Il s'est efforcé d'adapter la production belge de houille à l'écoulement réalisable et d'arrêter l'augmentation des stocks, puis de ramener progressivement ceux-ci à un niveau plus normal. Le développement de l'exportation maritime a facilité cette adaptation.

En ce qui concerne les combustibles minéraux étrangers, le contingent mensuel d'importation en Belgique de houille et d'agglomérés de houille a été fixé, pendant toute l'année 1935, à 33,8 % de la quantité moyenne mensuelle importée de chaque pays au cours du premier semestre de l'année 1931.

Un supplément de contingent a été alloué, comme précédemment, à tout pays important par bateaux belges un certain pourcentage de la quantité totale de houille et d'agglomérés de houille transportée par voie d'eau.

Toute importation de houille et d'agglomérés de houille a été subordonnée, au surplus, au versement d'une somme de 10 ou 15 francs à la tonne, suivant que le combustible était à usage industriel ou domestique.

A partir du 1er janvier 1935, les importations en Belgique de coke ont été également limitées par mesure gouvernementale : le contingent mensuel d'importation a été fixé, par pays d'origine, à 100 % des quantités moyennes mensuelles importées pendant l'année 1934.

⁽¹⁾ Le signe + indique une augmentation de stock au cours de (2) Chiffres provisoires.

L'Industrie Charbonnière pendant l'année 1935

Statistique provisoire et vue d'ensemble sur l'exploitation

Annexe

I. — Résultats de l'exploitation des mines de houille en 1935 (Chiffres provisoires)

Nombre de mines			Production	Valeu des charbons		Montant des o	dépenses	Différence boni (+) ou mali (-)		
	an lan l		Itota		globale fr.	fr. par tonne	global fr.	fr. par tonne	globale fr.	fr. par
Couchant de Mons	6	5	11	4.590,440(1	410.133.100	89,34	403,455.500	87,89	+ 6.677.600	+ 1,45
Centre	7	2	9	3.872.970	359.793.900	92,90	332.866.700	85,95	+ 26.927.200	+ 6,95
Charleroi	18	9	27	6.851.920	675,024.400	98,52	628.563.700	91,74	+ 46.460.700	+ 6,78
Namur,	2	3	5	321.730	30.672.500	95,34	28.449.100	88,43	+ 2.223.400	+ 6,91
Liége	15	10	25	5.188.200	542,103.600	104,49	515,166,900	99,30	+ 26 936.700	+ 5,19
Bassin du Sud	48	29	77	20,825.260	2.017.727.500	96,89	1.908.501.900	91,64	+109.225.600	+ 5,25
Campine	6	1	7	5,681.000	521,228 900	91,75	445.535.800	78,43	+ 75.693.100	+13,32
Royaume .	54	30	84	26.506 260	2.538.956.400	95,79	2.354.037.700	88,81	+184.918.700	+ 6,98
Groupe des 54 mines en boni . 20,244.6		20,214.640	1.964.361.700	97,03	1.742.197.900	86,06	+222.163.800	+10,97		
Groupe des 30 min	ies er	mal	i .	6,261,620	574.594.700	91,76	611.839.800	97,71	— 37,245.100	5,95

⁽¹⁾ Nombre rectifié.

II. — Récapitulation des résultats par tonne depuis 1927

(Chiffres provisoires pour 1935)

Boni (+) ou mali (-) en francs par tonne

	1000	1000							
DISTRICTS	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
Couchant de Mons	+ 7.49	- 5,62	+ 1,01	-12,04	-19,25	-20,69	10,69	- 6,63	+ 1,45
Centre	+ 5,93	- 6,55	+7,60	- 3,39	14,13	-11,25	-14,58	- 9,75	+ 6,95
Charleroi	+ 7,12	- 1,73	+15,52	- 1,20	-11,26	7,74	- 1,98	- 4,64	+ 6,78
Namur ,	+13,93	- 4,72	+16,36	+ 2,34	-10,14	- 1,09	+ 2,00	- 2,52	+ 6,91
Liége	+ 5,13	+ 0,14	+13,74	- 0,19	- 6,46	- 2,44	- 3,22	- 7,03	+ 5,19
			-						
Bassin du Sud , .	+ 6,65	- 3,14	+10.18	- 3,85	-12,39	- 9,57	- 6,36	- 6,57	+ 5,25
Campine	-20,83	-25,66	-26,76	-26,08	-23,85	-17,74	- 4,57	+ 0,92	+ 13,32
Royaume	+ 4,23	- 5,51	+ 5,73	- 6,94	-14,17	-11,06	- 6,02	- 4,99	+ 6,98

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

MINISTERE DE LA DEFENSE NATIONALE

5 mars 1935. — Loi concernant les devoirs des fonctionnaires en temps de guerre.

LEOPOLD III, Roi des Belges, A tous présents et à venir, Salut.

Les Chambres ont adopté et Nous sanctionnons ce qui suit: Article 1^{er}. — Tout titulaire d'une fonction, office ou emploi publics, toute personne chargée d'un service public, tout administrateur, employé ou agent d'un établissement public ou d'un service autorisé ou concédé par l'Etat, la province ou la commune, non appelé sous les armes, doit, en cas de mobilisation de l'armée, toute son activité à l'accomplissement des ordres qui lui sont donnés par ses chefs ou par les chefs à la disposition desquels ceux-ci se mettent.

Art. 2. — Toute personne visée à l'article précédent, appelée à participer, en cas de mobilisation de l'armée, à des services qui la mettent en rapport avec le public ou avec des personnes étrangères à son administration, porte comme signe distinctif un brassard aux couleurs nationales, au revers duquel une étiquette cousue indique ses noms et prénoms et le service auquel elle est attachée.

Apelée à faire partie organiquement des états-majors ou des corps de troupe, elle porte un uniforme dont les caractéristiques sont définies par le Ministre de la Défense nationale.

Art. 3. — Toute personne visée à l'article premier, reconnue incapable de continuer son activité est, en cas de mobilisation de l'armée, mise d'office et dans l'intérêt du service, en disponibilité par retrait d'emploi; pour les agents temporaires le licenciement a lieu avec préavis d'un mois.

Art. 4. — Toute personne visée à l'article premier qui, en cas de mobilisation de l'armée, abandonne sans ordre ou sans autorisation de l'autorité dont elle relève, le poste qui lui est confié, est punie d'un emprisonnement de un mois à un an, sans préjudice des sanctions disciplinaires.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

Le livre premier du Code pénal, sans exception du chapitre VII et de l'article 85, est applicable à cette infraction.

Art. 5. — Le Roi déterminera les indemnités auxquelles aura droit toute personne visée à l'article premier atteinte en service commandé et par le fait de ce service de blessures du fait de la guerre, ainsi que les indemnités auxquelles auront droit la veuve, les orphelins ou les ascendants d'une personne visée à l'article premier ayant perdu la vie en service commandé, par le fait de ce service et par le fait de la guerre.

Promulguons la présente loi, ordonnons qu'elle soit revêtue du sceau de l'Etat et publiée dans le « Moniteur ».

Donné à Bruxelles, le 5 mars 1935.

LEOPOLD.

Par le Roi:
Le Ministre de la Défense nationale,
A. DEVEZE.

Vu et scellé du sceau de l'Etat:
Le Ministre de la Justice,
Fr. BOVESSE.

24 février 1936. — Arrêté royal nº 1169 déterminant la hiérarchie, les droits et les devoirs des fonctionnaires et agents civils des divers départements ministériels attachés à l'armée mobilisée.

LEOPOLD III, Roi des Belges.

A tous présents et à venir, Salut.

Revu Nos arrêtés du 2 mai 1902, nº 14178, et du 8 septembre 1915, nº 2950, relatif au rang hiérarchique des fonctionnaires du Département des Chemins de fer, Marine, Postes et Télégraphes détachés à l'armée de campagne;

Revu Notre arrêté du 23 août 1914, n° 2312, fixant le taux de l'indemnité d'entrée en campagne à payer aux officiers et assimilés ainsi qu'aux fonctionnaires civils des divers départements ayant rang d'officier;

Revu Notre arrêté du 31 mars 1917, n° 4565, déterminant le rang hiérarchique des fonctionnaires, employés et agents subalternes des départements autres que celui de la guerre, attaché à l'armée mobilisée;

Vu la loi du 5 mars 1935 concernant les devoirs des fonc-

tionnaires en temps de guerre;

Considérant qu'en temps de guerre l'armée peut devoir recourir aux services de toute personne assujettie à la loi précitée;

Voulant déterminer le rang hiérarchique, les droits et les

devoirs de ces personnes;

Sur la proposition de Notre Ministre de la Défense Nationale,

Nous avons arrêté et arrêtons:

Article 1er. — En temps de guerre, Nous pourrons, dans la mesure où Nous le jugerons utile, attacher temporairement à l'armée tout fonctionnaire, employé ou agent civil non soumis aux obligations militaires et assujetti à la loi

du 5 mars 1935 concernant les devoirs des fonctionnaires en temps de guerre.

Art. 2. — Tout fonctionnaire, employé ou agent visé à l'article 1^{er} occupe dans la hiérarchie militaire un rang déterminé par l'emploi que lui est conféré dans l'armée.

Art. 3. — Tout fonctionnaire visé à l'article 1^{er}, ayant rang d'officier est pourvu d'un brevet royal du rang qui lui est conféré temporairement dans la hiérarchie militaire.

Ces brevets sont retirés par Nous sur proposition de Notre Ministre de la Défense Nationale.

Art. 4. — Tout fonctionnaire visé à l'article précédent exerce ses fonctions en vertu d'une lettre de service qui lui est délivrée par Notre Ministre de la Défense Nationale.

Art. 5. — Les fonctionnaires, employés et agents visés à l'article 1^{er} relèvent de l'autorité militaire à la disposition de laquelle ils sont placés.

Toutefois, les fautes professionnelles qu'ils commettent sont réprimées par leurs supérieurs techniques suivant les règles et dans les formes prescrites par leur administration.

Art. 6. — Sous réserve des dispositions particulières ciaprès, les fonctionnaires, employés et agents visés à l'article 1^{er} portent l'uniforme khaki des militaires du même rang.

La coiffure, la vareuse et la veste se portent sans passepoil et les écussons sont en drap khaki.

La coiffure et les écussons sont ornés du Lion Belgique, doré pour les fonctionnaires ayant rang d'officier, argenté pour les employés et agents ayant rang de sous-officier et bronzé pour les employés et agents ayant rang de caporal ou soldat.

Les fonctionnaires ayant rang d'officier ne portent pas les étoiles distinctives des grades.

Le rang hiérarchique de ces fonctionnaires est marqué:

Pour les fonctionnaires ayant rang d'officier général, par une double barrette dorée de 7 m/m de largeur, portée sur le bandeau khaki de la casquette et sur les écussons du manteau et de la vareuse. La coiffure n'est donc pas munie d'une bande amarante; toutefois la casquette portera à la partie inférieure du bandeau khaki et sur tout son pourtour un cordon en or; Pour les fonctionnaires ayant rang d'officier supérieur, par une simple barrette dorée de 7 m/m de largeur, portée comme il est indiqué ci-devant. Ces fonctionnaires portent également le cordon en or à la casquette, ainsi qu'il est dit ci-dessus;

Pour les fonctionnaires ayant rang d'officier subalterne, par une barrette dorée de 3 m/m de largeur, portée uniquement sur les écussons de la vareuse et du manteau;

Les barrettes et le Lion Belgique prévus pour les fonctionnaires ayant rang d'officier peuvent être brodés ou métalliques;

Les employés ou agents subalternes ayant rang de sousofficiers portent le bonnet de police orné d'un gland d'argent; ceux ayant rang de caporal ou soldat portent le bonnet de police orné d'un gland en laine bleu et roi.

Les employés et agents ayant rang de sous-officier, de caporal ou de soldat ne portent pas d'autre insigne que le Lion Belgique en métal argenté ou bronzé et à l'exclusion de tout signe distinctif des grades.

Le port de l'uniforme est obligatoire pour tous les fonctionnaires, employés et agents visés à l'article 1^{er}.

Il se porte concurremment avec le brassard aux couleurs nationales prescrit par la loi du 5 mars 1935 concernant les devoirs des fonctionnaires en temps de guerre.

Les dispositions qui précèdent n'infirment en rien les instructions relatives à la tenue des membres de l'auditoriat et de l'aumônerie militaires.

Art. 7. — Les fonctionnaires, employés et agents visés à l'article 1^{er} continuent à toucher leur traitement et les allocations pour frais de déplacement, à charge de l'administration dont ils relèvent et par les soins de celle-ci. Ceux d'entre eux qui ont rang d'officier reçoivent du Département de la Défense Nationale l'indemnité d'entrée en campagne allouée aux officiers du grade le plus élevé du rang auquel ils sont assimilés, dans les conditions prévues par les instructions sur la matière.

Art. 8. — Les fonctionnaires ayant rang d'officier sont logés et nourris dans les mêmes conditions que les officiers; ils peuvent recevoir des vivres contre paiement dans les magasins de l'intendance. Ces autorités s'habillent à leurs frais.

Les employés et agents n'ayant pas rang d'officier sont éventuellement logés et nourris pour leur compte personnel par les soins de l'unité à laquelle ils sont attachés. Cette unité pourvoit à leur habillement.

Art. 9. — Notre Ministre de la Défense Nationale est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 24 février 1936.

LEOPOLD.

Par le Roi:
Le Ministre de la Défense Nationale,
A.DEVEZE.

MINISTERE DU TRAVAIL ET DE LA PREVOYANCE SOCIALE

17 février 1936. —Arrêté royal. — Etablissement classés comme dangereux, insalubres ou incommodes. — Ateliers ou l'on utilise le benzol. — Adjonction de rubrique.

LEOPOLD III, Roi des Belges, A tous présents et à venir, Salut.

Vu l'arrêté royal du 10 août 1933 concernant la police des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes, ainsi que l'arêté royal du 15 octobre 1933, portant classification des établissements dangereux, insalubres ou incommodes;

Vu l'avis des services de l'inspection du travail chargés de la surveillance des établissements susvisés ainsi que du service médical du travail;

Considérant que l'utilisation du benzol dans diverses industries a pris depuis quelque temps une extension appréciable et que ce produit présente de très sérieux inconvénients pour le personnel préposé à sa manipulation; que dès lors il est rationnel de réglementer l'usage de ce produit en soumettant les ateliers qui l'utilisent aux mesures d'autorisation et de surveillance prévues par l'arrêté royal du 10 août 1933;

Sur la proposition de Notre Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Nous avons arrêté et arrêtons:

Article 1er. — La rubrique suivante est ajoutée à la classification des établissements réputés dangereux, insalubres

ou incommodes telle qu'elle se trouve indiquée dans la liste annexée à l'arrêté royal du 15 octobre 1933:

			Services à consulter
Désignation des indus-		Indication	à l'occasion de
tries, dépôts, etc, dan-		de la nature	l'instruction des
gereux, insalubles ou	Classes.	des	demandes d'auto-
incommodes.		inconvénients.	risation.
	1 -		
Benzol (homologués et	1	Danger d'incendie	Μ.
dérivés) (Ateliers ou		d'explosion et	
l'on utilise le).		d'intoxication pour	
		les ouvriers.	

Art. 2. — Notre Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 17 février 1936.

LEOPOLD.

Par le Roi:
Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale.
A. DELATTRE.

MINISTERE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA PREVOYANCE SOCIALE

Modifications à l'arrêté royal concernant l'intervention du service médical du travail dans les questions de classement, dans les demandes en autorisation d'établissements classés comme dangereux, insalubres et incommodes, relevant de la direction générale des mines dans l'application de la réglementation qui se rapporte à ces établissements.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, Salut.

Vu l'arrêté royal du 11 mars 1920 réglant l'intervention du service médical du travail dans les questions de classement dans les demandes en autorisation d'établissements classés et dans la surveillance de dispositions réglementaires intéressant l'administration des mines;

Considérant qu'il y a lieu de reviser l'énumération des arrêtés et règlements dont la surveillance, dans les établissements soumis au contrôle de l'administration des mines, incombe aux fonctionnaires du service médical du travail;

Sur la proposition de notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale,

Nous avons arrêté et arrêtons:

Article 1°. — L'article 2 de l'arrêté royal du 11 mars 1920, réglant l'intervention du service médical du travail dans les questions du classement, dans les demandes en

autorisation d'établissements classés et dans la surveillance de dispositions réglementaires intéressant l'administration des mines, est modifié et complété comme suit :

Dans l'industrie des mines, minières et carrières, ainsi que dans les établissements industriels relevant de la compétence des ingénieurs des mines, les fonctionnaires du service médical du travail sont chargés, sans préjudice de la mission confiée aux ingénieurs des mines, de surveiller l'observation des mesures d'hygiène et de prophylaxie prescrites par les dispositions légales et réglementaires et les arrêtés d'autorisation mentionnés ci-après:

- 1º Article 5 de la loi sur le travail des femmes et des enfants;
- 2º Articles 14, 15, 16, 17, 18, 46, 47, 52n, 53 du règlement général du 30 mars 1905 prescrivant les mesures à observer en vue de protéger la santé et la sécurité des ouvriers dans les entreprises industrielles et commerciales;
- 3° Arrêté royal du 28 août 1911 : police des mines, bains douches;
- 4º Arrêté royal du 6 septembre 1912 : mines de houille, vestiaires et lavabos;
- 5° Arrêté royal du 30 juin 1919 : police des mines, ankylostomasie:
- 6° Articles 11, 12, 13, 14 et 73m de l'arrêté royal du 15 septembre 1919 concernant les installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines;
- 7° Articles 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 et 25 de l'arrêté royal du 12 mars 1925 sur les conditions de travail dans les usines à zinc;
- 8° Arrêté royal du 20 mars 1926 concernant les soins de propreté corporelle et les conditions d'utilisation des appareils de chauffage:
- 9º Prescriptions d'hygiène et de prophylaxie individuelle contenues dans les arrêtés d'autorisation en matière d'établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes.

La constatation par procès-verbal des infractions à ces

diverses dispositions, est réservée aux ingénieurs des mines, sous réserve de l'obligation, pour ces fonctionnaires, d'entendre au préalable l'inspecteur médecin du travail du district.

Art. 2. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 15 mars 1931.

ALBERT.

Par le Roi:

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale, Henri HEYMAN.

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

DIRECTION CENERALE DES MINES

Délégués à l'Inspection des Mines. — Modification de circonscriptions. — Arrêté royal du 10 octobre 1935.

> LEOPOLD III, Roi des Belges, A tous présents et à venir, Salut.

Vu l'article 2 de la loi du 16 août 1927 modifiant et complétant la loi du 11 avril 1897 instituant des délégués à l'inspection des travaux souterrains des mines de houille;

Revu l'A. R. du 17 août 1927 qui a déterminé le nombre, l'étendue et les limites des circonscriptions de ces délégués;

Revu les arrêtés royaux du 24 décembre 1930, du 8 mai 1931, du 9 janvier 1934 et du 11 avril 1934 relatifs aux circonscriptions dépendants des 4e, 5e et 6e arrondissements des mines;

Considérant que des modifications ont été apportées à la composition de ces arrondissements et qu'en vue de mieux assurer la surveillance des mines il a été reconnu nécessaire de modifier les limites des circonscriptions de ces arrondissements;

Sur la proposition de Notre Ministre des Affaires Economiques,

Nous avons arrêté et arrêtons:

Article premier. — La délimitation des circonscriptions des 4e, 5e et 6e arrondissements des mines est établie conformément au tableau ci-après:

0	0	0	
	.3		

Num de circonscr	s des	Localités	Nombr de siège l'exploitat	S
4e Arr. 1	Amercœur. Monceau-Fontaine et Marcinelle (les sièges n. 18 et 19).	Jumet, Roux. Marchienne.	3 2	5
2	Monceau-Fontaine et Marcinelle Direction de Monceau sauf les sièges n. 18 et 19.	Forchies-la-Marche Goutroux, Monceau s/Sambre, Piéton,	}	6
3	Sacré Madame et Baye- mont. Centre de Jumet.	Marchienne, Dampremy, Charleroi Jumet	3 2	5
4	Monceau-Fontaine et Marcinelle (Direction de Marcinelle). Bois du Cazier.	Couillet. Marcinelle. Marcinelle.	3	4
5	Réunis de Charleroi.	Charleroi, Jumet, Lo- delinsart.		
6	Boubier. Poirier.	Châtelet. Montigny s/Sambre.	$\left\{ \begin{array}{c} 2\\2 \end{array} \right\}$	4
5e Arr. 1	Trieu-Kaisin. Centre de Gilly.	Châtelineau, Gilly. Montigny s/Sambre. Gilly.	4 (5
2	Gouffre. Nord de Gilly. Noël.	Châtelineau. Fleurus. Gilly.	$\left. \begin{array}{c} 3 \\ 1 \\ 1 \end{array} \right\}$	5
3	Appaumée-Ransart. Petit Try. Bois communal de Fleurus.	Fleurus, Ransart. Lambusart. Fleurus.	$\begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	5

	4	Carabinier.	Châtelet, Pont de Loup.	2)	
		Aiseau-Presles.	Farciennes, Roselies.	2	5
		Masses St-François.	Farciennes.	1)	
6e	Arr.				
	1	Roton Ste-Catherine.	Farciennes.	2)	
		Bonne Espérance.	Lambusart.	1/	
		Baulet.	Wanfercée-Baulet.	1	
		Tamines. (Ste-Eugénie).	Tamines.	1 1	
	2	Aiseau-Oignies.	Aiseau.	21	
		Falisolle.	Falisolle.	1/	
		Tamines (Ste-Barbe)	Tamines.	1 (
		Le Château.	Namur.	1/	
		Peu d'Eau Groynne.	Andenne.	1	
		Soye, Floriffoux.	Flawinne.	7	

Art. 2. — Notre Ministre des Affaires Economiques est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 10 octobre 1935.

LEOPOLD.

Par le Roi:

Le Ministre des Affaires Economiques, VAN ISACKER.

Délégués à l'Inspection des Mines. — Modification de circonscriptions. — Arrêté royal du 10 février 1936.

LEOPOLD III, Roi des Belges, A tous présent et à venir, Salut.

Vu l'article 2 de la loi du 16 août 1927 modifiant et complétant la loi du 11 avril 1897 instituant des délégués ouvriers à l'inspection des travaux souterrains des mines de houille;

Vu les arrêtés royaux qui ont déterminé le nombre, l'étendue et les limites des circonscriptions de ces délégués et, plus spécialement, pour ce qui concerne les circonscriptions du 3e arrondissement des mines, l'arrêté royal du 17 août 1927;

Considérant qu'en raison d'abandons, définitifs ou provisoires, de certains sièges de cet arrondissement, il convient, en vue de mieux assurer la surveillance des mines, de modifier les limites des circonscriptions intéressées:

Sur la proposition de Notre Ministre des Affaires Economiques,

Nous avons arrêté et arrêtons:

Article premier. — La délimitation des circonscriptions du 3e arrondissement des mines est établie conformément au tableau ci-après:

cire	éro des Désignation cons- des tions charbonnages	Localités d	Nombre de sièges l'extraction
1	Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Ste-Alde- gonde et Houssu. Sièges St- Albert et Ste-Margurieite. Charbonnages de Marie- mont-Bascoup. Siège St-	Péronnes-lez-Binche.	2 } 3
	mont-Bascoup. Siège St- Félix.	Haine-St-Pierre.	1
2	Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Ste-Alde gonde et Houssu. Siège: Ste-Elisabeth. Houssu 8/10.	Péronnes-lez-Binche. Haine-St-Paul.	$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$
	La Louvière et Sars-Long- champs. Siège Albert I ^{er} .	Saint-Vaast.	1
3	Charbonnage Mariemont-Bascoup. Sièges, Ste-Henriette, St-Arthur, Réunion. Siège: Placard. Sièges: n. 4, n. 7. Siège: n. 5.	Morlanwelz. Carnières. Chapelle - lez - Herla mont. Trazegnies.	3 1 7 1 7 2 1
4	Charbonnage de Ressaix. Siège: Ste-Aldegonde. Charbonnage Bois de la Haye.	Mt Ste-Aldegonde.	1
	Sièges: 2-3-5.	Anderlues.	3

5	Charbonnage Beaulieusart			
	et Leernes-Landelies.			
	Sièges: n. 1, n. 2.	Fontaine-l'Evêque.	2/	
	Siège: n. 3.	Leernes.	1 \	4
	Siège: n. 4.	Gozée.	1	
		1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -		
6	Charbonnage Mariemont-			
	Bascoup.			
	Siège: n. 6.	Piéton.	1 1	
	Charbonnage Nord de Char-		her de	5
	leroi.			Ð
	Sièges: 2-3-4-6.	Courcelles.	3	
		Souvret.	1	

Art. 2. — Notre Ministre des Affaires Economiques est chargé de l'exécution du présent arrêté. Donné à Bruxelles, le 10 février 1936.

LEOPOLD.

Le Ministre des Affaires Economiques, VAN ISACKER. Emploi des explosifs dans les mines. — Explosifs S.G.P. —
Arrêté ministériel du 20 décembre 1935 admettant l'explosif « Nitrocooppalite II S.G.P. ».

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu l'arrêté royal du 24 avril 1920, relatif à l'emploi des explosifs dans les mines, prescrivant que les explosifs S.G.P. seront définis comme tels par arrêtés ministériels;

Vu la circulaire du 18 octobre 1909 déterminant ce qu'il faut entendre par explosif S.G.P.;

Vu l'arrêté ministériel du 10 février 1932 et notamment les articles 2 et 3 de cet arrêté, lesquels ont fixé à 800 grammes la charge maximum d'emploi des explosifs S.G.P. ainsi que les tolérances à admettre dans les compositions agréées;

Vu l'A. R. du 29 octobre 1894 portant rêglement général sur les fabriques, les dépôts, le transport, la détention et l'emploi des produits explosifs;

Vu l'arrêté du 7 novembre 1935 par lequel l'explosif « Nitrocooppalite II S.G.P. » a été reconnu officiellement et rangé dans la classe III (explosifs difficilement inflammables) des produits soumis à la règlementation générale sur les explosifs;

Vu la demande introduite par la Société anonyme « Poudrerie Royale de Wetteren, Cooppal et Cie » à Bruxelles;

Vu les résultats des essais auxquels ont été soumis des échantillons de l'explosif « Nitrocooppalite II S.G.P. » à l'Institut National des Mines;

Arrête:

Article unique. — L'explosif dénommé « Nitrocooppalite II S.G.P. » présenté par la Société anonyme « Poudrerie Royale de Wetteren, Cooppal et Cie » rue des Colonies, 54 à Bruxelles et satisfaisant aux conditions de composition ciaprès:

Constituant:	Teneurs:	Tolérance:
Nitroglycérine	11,5	$\pm 0,50$
Binitrotoluol	1,5	$\pm 0,25$
Cellulose	6,0	$\pm 0,25$
Nitrate ammonique	59,5	$\pm 1,00$
Chlorure sodique	21.5	$\pm 1,00$
	100,0	

peut être utilisé comme explosif S.G.P. à la charge maximum de 800 grammes.

Expédition du présent arrêté sera adressée pour information à la Société anonyme « Poudrerie Royale de Wetteren, Cooppal et Cie » à Bruxelles, à M. l'Inspecteur Général des Mines à Bruxelles, à M. l'Inspecteur en chef des explosifs, à Bruxelles, à M. le Directeur de l'Institut National des Mines à Pâturages et, pour exécution à MM. les Ingénieurs en Chef-Directeurs des arrondissements des Mines.

Bruxelles, le 20 décembre 1935.

VAN ISACKER.

AMBTELIJKE BESCHEIDEN

MINISTERIE VAN LANDSVERDEDIGING

5 Maart 1935. — Wet betreffende de plichten der ambtenaren in oorlogstijd.

LEOPOLD III, Koning der Belgen, Aan allen, tegenwoordigen en toekomenden, Heil.

De Kamers hebben aangenomen en Wij bekrachtigen hetgeen volgt:

Artikel één. Ieder persoon die een openbare functie, een openbaren post of een openbar ambt waarneemt, ieder persoon belast met een openbaren dienst, ieder beheerder, beambte of bediende, van een openbare inrichting of van een door den Staat, de provincie of de gemeente geautoriseerden of geconcedeerden dienst moet, in geval van mobilisatie van het leger, als hij niet onder de wapens geroepen wordt, al zijne krachten besteden aan de uitvoering der bevelen die hem gegeven worden door zijne chefs of door de chefs tot wier beschikking zijne meerderen hem stellen.

Art. 2. — Ieder bij vorenstaand artikel bedoeld persoon, die in geval van mobilisatie van het leger diensten moet helpen verrichten waardoor hij met het publiek of met aan zijn administratie vreemde personen in aanraking komt, draagt als herkenningsteeken een armband in de nationale kleuren, voorzien van een op de binnenzijde genaaide etiket met zijn familienaam en voornamen en den dienst waartoe hij behoort.

Dient hij organiek deel uit te maken van de staven of van de troepenkorpsen, dan draagt hij een uniform waarvan de kenmerken door den minister van landsverdediging bepaald worden.

Art. 3. — Ieder bij artikel 1 bedoeld persoon, die onbe-

kwaam bevonden is om zijn werk voort te zetten, wordt, in geval van mobilisatie van het leger, ambsthalve en in 't geval van den dienst ter beschikking gesteld bij afdanking; voor de tijdelijke bedienden geschiedt het ontslag met eene maand opzegging.

Art. 4. — Ieder bij artikel 1 bedoeld persoon die, in geval van mobilisatie van het leger, den hem toevertrouwden post verlaat, zonder bevel of zonder toelating van de overheid waarvan hij afhangt, wordt gestraft met één maand tot één jaar gevangenis, onverminderd de tuchtstraffen.

Boek één van het Strafwetboek, zonder uitzondering van hoofdstuk VII en artikel 85, is toepasselijk op deze overtreding.

Art. 5. — De Koning bepaalt de vergoedingen verschuldigd aan ieder bij artikel 1 bedoeld persoon die, in bevolen dienst, oorlogsverwondingen opliep, alsmede de vergoedingen verschuldigd aan de weduwe, de weezen of de ascendenten van een bij artikel 1 bedoeld persoon die in bevolen dienst, ten gevolge van dezen dienst en ten gevolge van den oorlog, het leven verloor.

Kondigen de tegenwoordige wet af, bevelen dat zij met 's Lands zegel bekleed en door den « Moniteur » bekendgemaakt worde.

Gegeven te Brussel, den 5ⁿ Maart 1935.

LEOPOLD.

Van 's Konings wege:
De Minister van Landsverdediging,
A. DEVEZE.

Gezien en met 's Lands zegel gezegeld:

De Minister van Justicie,

Fr. BOVESSE.

24 Februari 1936. — Koninklijk besluit n' 1169 tot vaststelling van den hiërarschischen rang, de rechten en de plichten van de burgerlijke amtenaars en beambten der verschillende ministerieele departementen die aan het gemobiliseerd leger zijn verbonden.

> LEOPOLD III, Koning der Belgen, Aan allen, tegenwoordigen en toekomende. Heil.

Herzien de koninklijke besluiten nº 14178 van 2 Mei 1902 en nº 2950 van 8 September 1915 betreffende den hiërarschischen rang van de bij het veldleger gedetacheerde ambtenaren van het Departement van Spoorwegen, Zeewezen, Posterijen en Telegrafen;

Herzien het Koninklijk besluit n^r 2312 van 23 Augustus 1914 tot vastelling van het bedrag der mobilisatievergoeding welke aan de officieren en gelijkgestelde alsmede aan de met den rang van oficier bekleede burgerlijke ambtenaars der verschillende departementen dient uitbetaald:

Herzien het Koninklijk besluit n^r 4565 van 31 Maart 1917, tot vaststelling van den hiërarchischen rang der ambtenaars, beambten en lagere bedienden van andere departementen dan dit van oorlog en die aan het gemobiliseerd leger zijn verbonden;

Gelet op de wet van 4 Maart 1935, betreffende de plichten der ambtenaren in oorlogstijd:

Overwegende dat het leger in oorlogstijd beroep kan moeten doen op de diensten van ieder aan vermelde wet onderworpen persoon;

Willende den hiërarchischen rang, de rechten en de plichten dier personen bepalen;

Op de voordracht van Onzen Minister van Landsverdediging.

Wij hebben besloten en Wij besluiten:

Artikel één. — In oorlogstijd kunnen Wij, voor zoover Wij het nuttig achten, ieder burgerlijk ambtenaar, beambte of bediende die geene militaire verplichtingen heeft, doch onderworpen is aan de wet van 5 Maart 1935 betreffende de plichten der ambtenaars in oorlogstijd, tijdelijk aan het leger verbinden.

Art. 2. — Ieder bij artikel 1 bedoeld ambtenaar, beambte of bediende bekleedt, in de militaire hiërarchie, een rang die wordt bepaald volgens de betreking welke hem in het leger

is toegewezen.

Art. 3. — Ieder bij artikel 1 bedoeld ambtenaar met den rang van officier ontvangt een koninklijk brevet voor den rang die hem tijdelijk in de militaire hiërarchie wordt toegekend.

De brevetten worden door Ons, op de voordracht van Onzen Minister van Landsverdediging, ingetrokken.

Art. 4. — Ieder bij vorig artikel bedoeld ambtenaar neemt zjine functies waar krachtens een dienstbrief, welke hem door Onzen Minister van Landsverdediging wordt afgeleverd.

Art. 5. — De bij artikel 1 bedoelde ambtenaren, beambten en bedienden hangen af van de militaire overheid te wier beschikking zij werden gesteld.

De beroepsfouten, welke zij begaan, worden echter door hunne technische meerderen bestraft volgens de regelen en in den vorm welke door hun bestuur zijn voorgeschreven.

Art. 6. — Onder voorbehoud van navolgende bijzondere bepalingen dragen de bij artikel 1 bedoelde ambtenaars, beambten en bedienden de khaki-uniform van de militairen met denzelfden rang.

Het hoofddeksel, de jekker en de vest worden zonder bies gedragen en de schildjes zijn van khakilaken.

Het hoofddeksel en de schildjes zijn versierd met den Belgische Leeuw, verguld voor de ambtenaars met den rang van officier, verzilverd voor de beambten en bedienden met den rang van onder-officier en gebronsd voor de beambten en bedienden met den rang van korporaal of soldaat.

De ambtenaars met den rang van officier dragen geene sterren ter onderscheiding van de graden. De hiërarchischen rang dier ambtenaars wordt aangeduid: Voor de ambtenaars met den rang van opperofficier: door een verguld dubbel staafje van 7 m/m breedte op den khakiband der pet en op de schildjes van mantel en jekker. Het hoofdddeksel is dus niet voorzien van een amarantband, doch rondom de khakiband der pet ligt er, onderaan, een gouden koord;

Voor de ambtenaars met den rang van hoofdofficier: door een verguld enkel staafje van 7 m/m breedte, gedragen zooals hiervoren aangeduid. De pet van deze ambtenaars is versierd met voormelde gouden koord;

Voor de ambtenaars met den rang van lager officier: door een verguld staafje van 3 m/m breedte, enkel gedragen op de schidjes van den jekker en van den mantel.

De voor de ambtenaars met den rang van officier voorziene staafjes en Belgische Leeuw mogen geborduurd of van metaal zijn.

De lagere beambten en bedienden met den rang van onderofficier, dragen de politiemuts met zilveren kwast; die met den rang van korporaal of soldaat dragen de politiemuts met koningsblauwen wollen kwast.

De beambten en bedienden met den rang van onderofficier, korporaal of soldaat dragen geen ander kenteeken dan den Belgischen Leeuw in verzilverd of gebronsd metaal, en met uitsluiting van alle andere onderscheidingsteeken der graden.

Het dragen van de uniform is verplicht voor al de bij artikel 1 bedoelde ambtenaars, beambten en bedienden.

Zij wordt gedragen samen met den armband met de nationale kleuren, welke voorschreven wordt bij de wet van 5 Maart 1935 betreffende de plichten der ambtenaren in oorlogstijd.

Vorenstaande bepalingen doen geenszins afbreuk aan de onderrichtingen betreffende de tenue der leden van het auditoriaat en de aalmoezeniersdienst.

Art. 7. — De bij artikel 1 bedoelde ambtenaars, beambten en bedienden trekken voort hunne wedden en hunne toelagen wegens verplaatsingskosten ten bezware en door toedoen van het bestuur waarvan zij afhangen. Die met den rang van officier ontvangen, van het Departement van Landsverdediging, onder de bij desbetreffende onderrichtingen voorziene

voorwaarden, de mobilisatievergoeding welke toegekend wordt aan de officieren met den hoogsten graad in den rang waarmee zij gelijkgesteld zijn.

Art. 8. — De ambtenaars met den rang van officier worden eventueel op eigen kosten gehuisvest en gevoed door toedoen van de eenheid waaraan zij vrbonden zijn. De eenheid voorziet in hunne kleeding.

Art. 9. — Onze Minister van Landsverdediging is belast met de uitvosding van dit besluit.

Gegeven te Brussel, den 24ⁿ Februari 1936.

LEOPOLD.

Van 's Konings wege:

De Minister van Landsverdediging,
A. DEVEZE.

MINISTERIE VAN ARBEID EN SOCIALE VOORZORG

17 Februari 1936. — Koninklijk besluit. — Als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk ingedeelde inrichtingen. — Inrichtingen waar gebruik gemaakt wordt van benzol. — Toevoeging van rubriek.

LEOPCLD III, Koning der Belgen,
Aan allen, tegenwoordigen en toekomenden, Heil.

Gelet op koninklijk besluit dd. 10 Augustus 1933 omtrent de politie op de als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk ingedeelde inrichtingen, alsmede op het koninklijk besluit dd. 15 October 1933 houdende classificatie dier verguningplichtige inrichtingen;

Gelet op het advies van den dienst der arbeidersinspectie belast met het toezicht op die inrichtingen, alsmede op dat van den medische arbeidsdienst;

Overwegende dat in sommige bedrijven sedert eenigen tijd een vrij aanzienlijk gebruik van benzol wordt waargenomen en dat dit gebruik gepaard gaat met vrij ernstige nadeelen voor het personeel dat met de behandeling daarvan is belast; overwegende dat het dan ook redelijk is het gebruik van dat produkt te regelen door de inrichtingen, waarin het wordt benut, te laten beheerschen door de bepalingen van het koninklijk besluit dd. 10 Augustus 1933;

Op de voordracht van Onzen Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg,

Wij hebben besloten en Wij besluiten:

Artikel één. — Benedenstaande rubriek wordt ingelascht in de lijst der als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk geclas-

sificeerde inrichtingen, zooals deze werdt aangegeven in het koninklijk besluit dd. 15 October 1933:

Opgaaf der inrichtingen bedrijven, opslagruim- ten, enz., als gevaar- lijk, ongezond of hin- derlijk geacht.	Klasse.	van den aard	ensten die te raad- plegen zijn ter ge- legenheid van het onderzoek der ver- gunningsaan-
Benzol (homologaten en derivaten) (Inrichtin- gen waar gebruik ge- maakt wordt van).	1	Brand- en ontplof- fingsgevaar, ge- vaar van vergif- ting voor de werk lieden.	vragen. — M.

Art. 2. — Onze Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg is belast met de uitvoering van dit besluit.

Gegeven te Brussel, den 17ⁿ Februari 1936.

LEOPOLD.

Van Koningswege:
De Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg,
A. DELATTRE.

MINISTERIE VAN NIJVERHEID ARBEID EN MAATSCHAPPELIJKE VOORZORG

Wijzigingen aan het koninklijk besluit tot regeling der tusschenkomst van den medischen arbeidsdienst in de aangelegenheden betreffende indeeling en in de behandeling der verzoeken om vergunning inzake schadelijke, hinderlijke of gevaarlijke inrichtingen hoorende tot de bevoegdheid van de algemeene directie van het mijnwezen bij het toepassen der verordeningen die op die inrichtingen betrekking hebben.

ALBERT, Koning der Belgen, Aan allen, tegenwoordigen en toekomenden, Heil.

Gelet op het koninklijk besluit van 11 Maart 1920, tot regeling der tusschenkomst van den medischen arbeidsdienst in de aangelegenheden betreffende indeeling van inrichtingen, in de behandeling der verzoeken om vergunning inzake ingedeelde inrichtingen en het toezicht over het uitvoeren der verordeningen, die de administratie van het mijnwezen raken;

Overwegende dat de opsomming der besluiten en verordeningen, waaromtrent het toezicht in de inrichtingen die aan de controle van het mijnwezen zijn onderworpen aan de ambtenaren van den medischen arbeidsdienst is toevertrouwdt, dient herzien;

Op de voordracht van Onzen Minister van Nijverheid, Arbeid en Maatschappelijke Voorzorg,

Wij hebben besloten en Wij besluiten:

Artikel 1. — Artikel 2 van het koninklijk besluit van 11 Maart 1920, tot regeling der tusschenkomst van den medischen arbeidsdienst in de aangelegenheden betreffende indeeling van inrichtingen, in de behandeling der verzoeken om vergunning inzake ingedeelde inrichtingen en het toezicht over het uitvoeren der verordeningen, die de administratie van het mijnwezen raken is gewijzigd en aangevuld als volgt:

In het mijn-, groef- en graverijbedrijf evenals in de nijverheidsinrichtingen waarover de mijnkorpsingenieurs toezicht houden, zijn de ambtenaren van den medischen arbeidsdienst, onverminderd de zending die aan de mijnkorpsingenieurs is toevertrouwd, belast met het toezicht over de uitvoering der gezondheids- en ziektevoorkomende maatregelen, voorgeschreven door de hiernavermelde wets- en verordeningsbepalingen en vergunningsbesluiten:

1º Artikel 5 der wet op vrouwen en kinderarbeid;

- 2° Artikel 14, 15, 16, 17, 18, 46, 47, 52n, 53 der algemeene verordening van 30 Maart 1905, tot vaststelling der maatregelen welke dienen nageleefd met het oog op de gezondheid en de veiligheid der werklieden in de nijverheidsen handelsondernemingen;
- 3º Koninklijk besluit van 28 Augustus 1911 : mijnpolitie, stortbaden;
- 4º Koninklijk besluit van 6 September 1912 : steenkolenmijnen kleed- en waschgelegenheden;
- 5° Koninklijk besluit van 30 Juni 1919 : mijnpolitie, mijnwormziekte;
- 6° De artikelen 11, 12, 13, 14 en 73 m van het koninklijk besluit van 15 September 1919 betreffende de bovengrondsche instellingen der mijnen, graverijen en ondergrondsche groeven;
- 7° Artikelen 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 en 25 van het koninklijk besluit van 12 Maart 1925 omtrent de arbeidsvoorwaarden in de zinkfabrieken:
- 8° Koninklijk besluit van 20 Maart 1926 omtrent de lichamelijke verzorging en voorwaarden waarin de verwarmingstoestellen dienen gebruikt;
- 9° Gezondheids- en persoonlijke ziektevoorkomende voorschriften, vervat in de vergunningsbesluiten der als schadelijk, hinderlijk of gevaarlijk ingedeelde inrichtingen.

Enkel de mijnkorpsingenieurs zijn er toe bevoegd, mits de verplichting voorafgaandelijk de medische arbeidsopziener van het district te hooren, te bekeuren wegens inbreuk op die verschillende bepalingen.

Art. 2. — Onze Minister van Nijverheid, Arbeid en Maatschappelijke Voorzorg is belast met de uitvoering van dit besluit.

Gegeven te Brussel, den 15ⁿ Maart 1931.

ALBERT.

Van Koningswege:

De Minister van Nijverheid, Arbeid
en Maatschappelijke Voorzorg,

Henri HEYMAN.

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

ALCEMEENE DIRECTIE VAN HET MIJNWEZEN

Afgevaardigden bij het Mijntoezicht. — Wijziging der districten. K. B. dd. 10 October 1935.

LEOPOLD III, Koning der Belgen,, Aan allen, tegenwoordigen en toekomende, Heil.

Gelet op artikel 2 der wet dd. 16 Augustus 1927, tot wijziging en aanvulling der wet dd. 11 April 1897 waarbij afgevaardigden werklieden bij het toezicht der ondergrondsche werken in de steenkoolmijnen worden aangesteld:

Herzien het K. B. dd. 17 Augustus 1927, waarbij het getal, het gebied en de grenzen der districten werden bepaald;

Herzien het K. B. dd. 24 December 1930, 8 Mei 1931, 9 Januari 1934 en 11 April 1934, aangaande de districten der 4de, 5de en 6de Mijnarrondissementen;

Overwegende dat, er wijzigingen aangebracht werden in de samenstelling dezer arrondisementen en met het oog op een beter toezicht over de mijnen, het noodig geacht werd, de grenzen der districten dier arrondissementen te wijzigen;

Op de voordracht van Onzen Minister van Economische Zaken,

Wij heben besloten en Wij besluiten:

Artikel één. — De grenzen der districten der 4de, 5de en 6de arrondissementen worden samengesteld volgens de hiernavolgende lijst:

Nummer der districten	Aanduiding der steenkoolmijnen	Localiteit	Getal der bedrijfszetels	
4e Arr. I	Amercœur Monceau-Fontaine et Mar-	Jumet, Roux.	3	5
	cinelle (bedrijfzetels n. 18 en 19).	Marchienne.	2	
2	Monceau-Fontaine et Marcinelle (Directie van Monceau, de bedrijfzetels n. 18 en 19 uitgezonderd).	Forchies-la-Marche, Goutroux, Monceau s/Sambre, Piéton,		6
3	Sacré Madame et Baye- mont. Centre de Jumet.	Marchienne Dampi my, Charleroi Jumet	e- 3 31 21	5.
4	Monceau-Fontaine et Marcinelle (Directie van Marcinelle). Bois du Cazier.	Couillet, Marcinelle. Marcinelle.	$\begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}$	4
5	Réunis de Charleroi.	Charleroi, Jumet, L delinsart.	ı0-	
6	Boubier. Poirier.	Châtelet. Montigny s/Sambre	2 1	4
5e Arr. 1	Trieu-Kaisin. Centre de Gilly.	Châtelineau, Gilly. Montigny s/Sambra Gilly.	$\begin{pmatrix} 4 \\ 1 \end{pmatrix}$	5
2	Gouffre. Nord de Gilly. Noël.	Châtelineau. Fleurus. Gilly.	3 1 1	5
	Appaumée-Ransart. Petit Try. Bois communal de Fleurus.	Fleurus, Ransart. Lambusart. Fleurus.	$\begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	5

	4	Carabinier.	Châtelet, Pont de Loup. 2	1
		Aiseau-Presles.	Farciennes, Roselies. 2	5
	177	Masses St-François.	Farciennes. 1)
6e	Arr.			
	1	Roton SteCatherine.	Farciennes. 2	
,		Bonne Espérance.	Lambusart. 1	(5
		Baulet.	Wanfercée-Baulet. 1	1
		Tamines (Ste-Eugénie).	Tamines. 1	
	2	Aiseau-Gignies.	Aiseau. 2	
		Falisolle.	Falisolle. 1	
		Tamines (Ste-Barbe).	Tamines. 1	7
		Le Château.	Namur. 1	
		Peu d'Eau Groynne.	Andenne. 1	1 100
-		Soye, Floriffoux.	Flawinne. 1	
				1

Art. 2. — Onze Minister van Economische Zaken wordt belast met de uitvoering van dit besluit.

Gegeven te Brussel, den 10ⁿ Gctober 1935.

LEOPOLD.

Van 's Konings wege:

De Minister van Economische Zaken,

VAN ISACKER.

Afgevaardigden bij het mijntoezicht. — Wijziging der districten — K. B. dd. 1 Februari 1936.

LEOPOLD III, Koning der Belgen,

Aan allen degenwoordigen en toekomende, Heil.

Gelet op artikel 2 der wet dd. 16 Augustus 1927, tot wijziging en aanvulling der wet dd. 11 April 1897 waarbij afgevaardigden werklieden bij het toezicht der ondergrondsche werken in de steenkoolmijnen worden aangesteld;

Gelet op de Koninklijke Besluiten waarbij het getal, het gebied en de grenzen der districten werden bepaald en, meer bijzonder, het Koninklijk Besluit dd. 17 Augustus 1927 betreffende de districten van het 3e Mijnarrondissement;

Overwegende dat het past, om rede van definitieve of voorloopige verlating van zekere zetels van dit arrondissement, met het oog op een beter toezicht over de mijnen, de grenzen der betrokken districten te wijzigen;

Op de voordracht van Onzen Minister van Economische Zaken,

Wij hebben besloten en Wij besluiten:

Artikel één. — De grenzen der districten van het 3de arrondissement worden samengesteld volgens de hiernavermelde lijst:

	No. at a Control of the Control of t			_
Nıs	Aanduiding der steenkkoolmijnen	Localiteit be	Getal der edrijszetels	
1	Steenkoolmijn « Ressaix, Leval, Péronnes, Ste- Alde- gonde en Houssu ». Zetels: « St-Albert en Ste-Margue- rite ».	Péronnes-lez-Binche.	2	3
	Steenk-Koolmijn Mariemont- Bascoup. Ztel St-Felix.	Haine-St-Pierre.	1	
2	Steenkoolmijn Ressaix, Leval, Péronnes, Ste - Aldegonde en Houssu. Zetel: Ste-Elisabeth. Zetel: Housu 8/10.	Péronnes-lez-Binche. Haine-St-Paul.	1 1	3
	La Louvière en Sars-Long- champs. Zetel: Albert I ^{er} .	Saint-Vaast.	1	0
3	Steenkoolmijn Mariemont-Bascoup. Zetels: Ste-Henriette, St-Arthur Réunion. Zetel:, Placard. Zetels: n. 4, n. 7. Zetel: n. 5.	Morlanwelz. Carnières. Chapelle - lez - Herlai mont. Trazegnies.	3 1 1 2 1	7
4	Steenkoolmijn: Zetel: Ste-Aldegonde.	Mt Ste-Aldegonde.	1	
	Steenkoolmijn Bois de la Haye. Zetels: 2-3-5.	Anderlues.	3	4

5	Steenkoolmijn Beaulieusart en Leernes-Landelies.			
	Zetels: n. 1, n. 2.	Fontaine-l'Evêque.	2)	
	Zetel: n. 3.	Leernes.	1	4
	Zetel: n.4.	Gozée.	1)	
6	Steenkoolmijn Mariemont- Bascoup.			
	Zetel: n. 6.	Piéton.	1)	
	Steenkoolmijn Nord de			5
	Charleroi.	Courcelles.	3	
	Zetels: 2-3-4-6.	Souvret.	1)	

Art. 2. — Gnze Minister van Economische Zaken wordt belast met de uitvoering van dit besluit.

Gegeven te Brussel, den 10ⁿ Februrari 1936.

LEOPOLD.

Van s' Konings wege:

De Minister van Economische Zaken,
Felip VAN ISACKER.

Gebruik der springstoffen in de mijnen. — « S.G.P. »
Springstofen. — M. B. 20 December 1935, het gebruik
van de springstof « Nitrocooppalit II » S.G.I. toelatende.

De Minister van Economische Zaken,

Gelet op Koninklijk besluit dd. 24 April 1920, tot regeling van het gebruik van springstoffen in de mijnen, voorschrevende dat de S.G.P. springstoffen als zoodanig bij Ministerieel besluit zullen bepaald worden;

Gelet op den omzendbrief dd. 18 October 1909, bepalende wat er door S.G.P. springstoffen dient verstaan te worden; Gelet op het besluit van 10 Februari 1932, inzonderheid op artikels 2 en 3 van dit besluit, welke de hoogste lading voor het gebruik der S.G.P. springstoffen op 800 grammen hebben vastgesteld, en insgelijks de toegelaten afwijkingen in de aangenomen samenstellingen bepaald hebben;

Gelet op K. B. dd. 29 October 1894, houdende algemeen reglement op de fabrieken, de bergplaatsen, het vervoer, het bezit en het gebruik van springstoffen;

Gelet op het besluit dd. 7 November 1935 waarbij de springstof « Nitrocooppalite II S.G.P. » ambtelijk werd erkend en ingedeeld in de klasse III (niet licht ontvlambare springstoffen) der voortbrengselen aan de verordening op de springstoffen onderworpen;

Gelet op de aanvraag ingediend door de N. V. « Poudrerie Royale de Wetteren, Cooppal et Cie », te Brussel;

Gelet op de uitslagen der proefnemingen waaran de springstof « Nitrocooppalit II S.G.P. » in het Nationaal Mijninstituut werden onderworpen;

Besluit:

Eenig artikel. — De springstof onder de benaming van « Nitrocooppalite II S.G.P. » door de N. V. « Poudrerie

Royale de Wetteren Cooppal et Cie » 54, Koloniënstraat te Brussel, aangeboden en waarvan de samenstelling hierna wordt beschreven:

Bestanddeelen: Nitroglycerine Binitrotoluol Cellulose Ammoniacnitraat Keukenzout	Gehalten: 11,5 1,5 6,0 59,5 21.5	Afwijkingen: ± 0.50 ± 0.25 ± 0.25 ± 1.00 ± 1.00
	100,0	

met als S.G.P. springstof worden gebruikt, met een hoogste lading van 800 grammen.

Uitgifte van dit besluit zal tot onderrichting worden afgeleverd aan N. V. « Poudrerie Royale de Wetteren Cooppal et Cie » te Brussel, aan den H. Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel, aan den H. Hoofdinspecteur der springstofen te Brussel en aan den H. Directeur van het Nationaal Mijninstituut te Pâturages en tot uitvoering aan de HH. Hoofdingenieurs-Directeurs der Mijnarrondissementen.

Brussel, den 20 December 1935.

F. VAN ISACKER.

ARRÊTES SPÉCIAUX

Extraits d'arrêtés pris en 1935 concernant les Mines.

Arrêté royal du 6 mars 1935, donnant confirmation à la Société « Aktien Gesellschaft für Bergbau, Blei-und-Zinkfabrikation zu Stolberg und in Westfalen », à Aix-la-Chapelle, de la propriété de la partie de la concession de mines de fer dénommée « Hauset », située en territoire belge sur une étendue de 190 hectares.

Arrêté royal du 8 avril 1935, autorisant la Société anonyme des Charbonnages de Kessales et de la Concorde Réunis, à Jemeppe s/Meuse, et la Société anonyme des Charbonnages du Bonnier, à Grâce-Berleur; la première à céder une partie de la concession de « Kessales-Artistes et Concorde » d'une contenance de 67 hectares, 80 ares, 66 centiares; la seconde , à acquérir cette partie et à la réunir à la concession du « Bonnier ».

Arrêté royal du 4 novembre 1935, rectifiant la liste des communes sous lesquelles s'étendent les concessions de « Bois-duLuc, La Barette et Trivières » et de Maurage et Boussoit ».

Arrêté royal du 8 novembre 1935, rectifiant la liste des communes sous lesquelles s'étendent les concessions de «Strépy et Thieu » et de « Bray-Maurage et Boussoit ».

Arrêté royal du 12 novembre 1935, réctifiant la liste des communes sous lesquelles s'étendent les concessions de « Bois de Boussu-Sainte-Croix-Sainte-Claire » et de « Buisson ».

Arrêté royal du 23 décembre 1935, révoquant la concession de mines de houille de « Chaudin », octroyée par arrêté du 30 septembre 1829, et s'étendant sous les communes de Bonneville et de Sclayn.

Arrêté royal du 23 décembre 1935, révoquant la concession de mines de plomb et de pyrite de fer « Ligny », octroyée par arrêté royal du 14 novembre 1861, et s'étendant sous les communes de Ligny et de Tongrinne.

Arrêté royal du 23 décembre 1935, révoquant la concession de mines de houille de « Lonet'e », octroyée par arrêté royal du 2 novembre 1847, et s'étendant sous les communes de Fléron, Queue-du-Bois et Retinne.



CABLES DE MINES

strictement

ANTIGIRATOIRES

à

SELF - SERRAGE

Construction brevetée

Les nouveaux câbles Whitecross rigoureusement ANTIGIRATOIRES possèdent SEULS la propriété de

SELF - SERRAGE

par laquelle les fils Z extérieurs (câbles clos) et torons extérieurs (câbles à multiples couches de torons) restent constamment SERRÉS sur eux-mêmes et sur le corps du câble:

d'où SÉCURITÉ MAXIMUM PLUS LONG SERVICE

La construction brevetée Whitecross s'applique à tous les types de câbles ANTIGI-RATOIRES: CONTRE CLOS, CABLES A TORONS RONDS, PLATS ou OVALES.

> Brevet Anglais: 354329/1930 Brevet Belge: 377192/1931







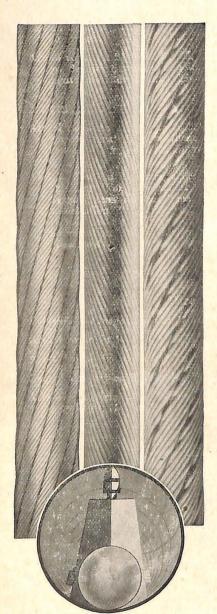
Machines à tambour

Poulie Koer

THE WHITECROSS COMPANY LIMITED

WARRINGTON ENGLAND (Established 1864)





SOMMAIRE DE LA 1re LIVRAISON, TOME XXXVII

INSTITUT NATIONAL DES MINES A FRAMERIES-PATURAGES

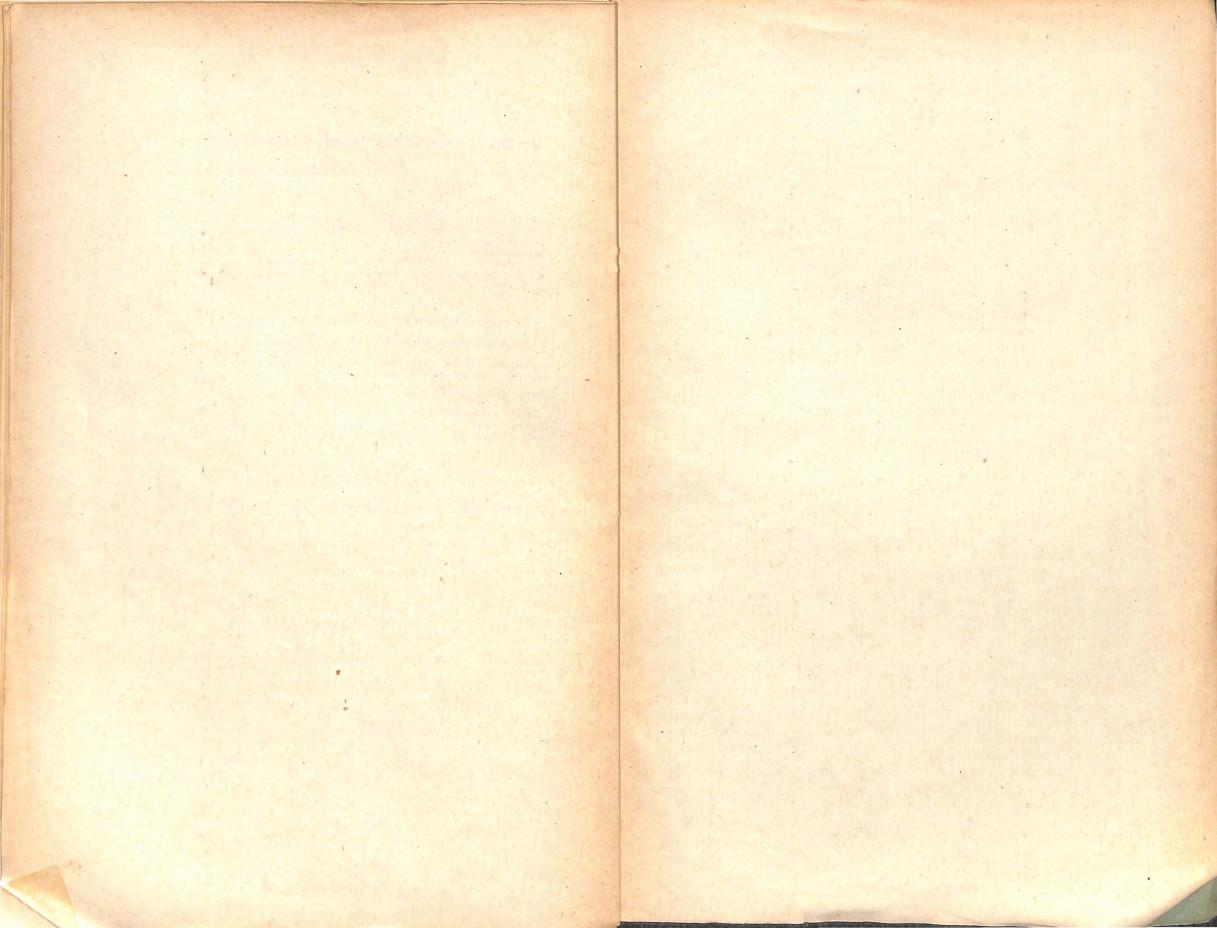
Rapport sur les travaux de l'année 1955	A. dreyre	
NOTES DIVERSES		
NOTES DIVERSES		
Sur un accident dû au glissement d'un câble d'extraction sur une poulie Koepe	H. Fréson	221
PASSIN HOUILLER DU NORD DE LA BELGIQUE		HY/A
Sondage nº 76 d'Eysden	X. Stainier	229
CHRONIQUE		
Les traits essentiels du terrain houiller de la Campine	A. Grosiean	263
La reconstruction du puits Auguste Victoria à Marl		275
La reconstruction du parts ragante		
BIBLIOGRAPHIE		
Cours d'exploitation des Mines d'Haton de la Goupillière	G. Paques	279
Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie	G Pâques	281
appliquée. — VII ^c session		285
Outillage mécanique des entreprises de tractar, par A. V. Bagny Etudes théoriques et pratiques sur les aciers au nickel, par J. Galibourg	u. Logouni	289
Etudes theoriques et pratiques sur les delors da meter, par so		
STATISTIQUES		
21411311Q0E3		
Belgique :		
Tir i derkonnière pendant l'année 1935. — Statistique provisoir	G Rayon	
et vue d'ensemble sur l'exploitation	et H. Anciaux	293
Annexes:	Ct II. Anoluax	316
Résultats de l'exploitation des mines de houille en 1935		317
Récapitulation des résultats par tonne depuis 1921		200000

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

MINISTERE DE LA DEFENSE NATIONALE	
Loi du 5 mars 1935, concernant les devoirs des fonctionnaires en temps	
de guerre	319
Arrêté royal du 24 février 1936, déterminant la hiérarchie, les droits et les devoirs des fonctionnaires et agents civils des divers départe-	* 1
ments ministériels attachés à l'armée mobilisée	321
MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DE LA PRÈVOYANCE SOCIALE	
Arrêté royal du 17 février 1936. — Etablissements classés comme dan-	
gereux, insalubres ou incommodes. — Ateliers où l'on utilise le	
benzol — Adjonction de rubrique	325
Arrêté royal du 15 mars 1931. — Modifications à l'arrêté royal du 11 mars 1920, concernant l'intervention du Service Médical du Travail dans les questions de classement, dans les demandes en autorisation d'établissements classés comme dangereux, insalubres et incommodes, relevant de la Direction générale des mines, dans l'application de la réglementation qui se rapporte à ces éta-	
blissements	327
MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES	
Direction Générale des Mines	
Délégués à l'Inspection des Mines. — Modification de circonscriptions.	
Arrêté royal du 10 octobre 1935 : 4°, 5° et 6° arrondissements	331
Arrêté royal du 10 février 1936 : 3º arrondissement	334
Emploi des explosifs dans les mines. — Explosifs S.G.P.	
Arrêté ministériel du 20 décembre 1935 admettant l'explosif « Nitro- cooppalite II S.G.P. »	208
	337
AMBTELIJKE BESCHEIDEN	
MINISTERIE VAN LANDSVERDEDIGING	
Wet dd. 5 Maart 1935 betreffende de plichten der ambtenaren in oorlogstijd , , ,	339
Koninklijk besluit dd. 24 Februari 1936 tot vaststelling van den hiërar- schischen rang, de rechten en de plichten van de burgerlijke amb- tenaren en beamten der verschillende ministerieele departementen	
die aan het gemobiliseerd leger zijn verbonden	341
	Marie Cal

MINISTERIE VAN ARBEID EN SOCIALE VOORZORG

 Koninklijk besluit dd. 17 Februari 1936. — Als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk ingedeelde inrichtingen. — Inrichtingen waar gebruik gemaakt wordt van benzol. — Toevoeging van rubriek. Koninklijk besluit dd. 15 Maart 1931. — Wijzigingen aan het Koninklijk besluit dd. 11 Maart 1920 tot regeling der tusschenkomst van den Medischen Arbeidsdienst in de aangelegenheden betreffende indeeling en in de behandeling der verzoeken om vergunning inzake schadelijke, hinderlijke of gevaarlijke inrichtingen hoorende tot de bevoegdheid van de Algemeene directie van het mijnwezen 	345
bij het toepassen der verordeningen die op die inrichtingen betrek-	0.17
king hebben , .	347
MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN	
Algemeene Directie van het Mijnwezen	
Afgevaardigden bij het Mijntoezicht. — Wijziging der districten: Koninklijk besluit dd. 10 Oktober 1935 (4de, 5de, 6de arrondissement)	351
Koninklijk besluit dd. 10 Februari 1936. — 3de arrondissement	354
Gebruik der s pringstoffen in de mijnen « S.G.P. » springstoffen: Ministerieel besluit dd. 20 December 1935, het gebruik van de springstof « Nitrocooppalite II S.G.P. » toelatende	357
ARRETES SPECIAUX	
Extraits d'arrêtés pris en 1935 concernant les mines	359



Annales des Mines de Belgique

COMITE DIRECTEUR

- MM. G. RAVEN, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
 - A. Breyre, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liége, Directeur de l'Institut National des Mines, à Bruxelles, Vice-Président.
 - G. PAQUES, Ingénieur principal des Mines, à Bruxelles, Membre Secrétaire.
 - J. Banneux, Directeur à l'Administration centrale des Mines, à Bruxelles, Secrétaire-adjoint.
 - E. Legrand, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Université de Liége, à Liége.
 - A. Halleux, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines et Métallurgie (Faculté technique du Hainaut) et à l'Université de Bruxelles, à Bruxelles.
 - V. FIRKET, Inspecteur général honoraire des Mines, à Liége.
 - L. Denoël, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Université de Liége, à Liége.
 - J. VRANCKEN, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Hasselt.
 - L. LEBENS, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Liége.
 - P. Fourmarier, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liége, Membre titulaire de l'Académie Royale des Sciences, Membre du Conseil géologique de Belgique, à Liége.
 - A. Renier, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Chef du service géologique de Belgique, Professeur à l'Université de Liége, Membre titulaire de l'Académie Royale des Sciences. à Bruxelles.
 - G. DES ENFANS, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Charleroi.
 - A. Delmer, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liége, Secrétaire général au Ministère des Travaux publics et de la Résorption du Chômage, à Bruxelles.
 - A. Dupret, Ingénieur principal des Mines, Professeur à l'Université de Bruxelles, à Bruxelles.
 - Ch. Demeure, Ingénieur principal des Mines, Professeur à l'Université de Louvain, à Sirault.

La collaboration aux Annales des Mines de Belgique est accessible à toutes les personnes compétentes.

Les mémoires ne peuvent être insérés qu'après approbation du Comité Directeur.

En décidant l'insertion d'un mémoire, le Comité n'assume aucune responsabilité des opinions ou des appréciations émises par l'auteur.

Les mémoires doivent être inédits.

Les Annales paraissent en 4 livraisons respectivement dans le courant des premier, deuxième, troisième et quatrième trimestres de chaque année.

Pour tout ce qui regarde les abonnements, les annonces et l'administration en général, s'adresser à l'Editeur, Imprimerie Robert LOUIS, 37-39, rue Borrens, à Ixelles-Bruxelles.

Pour tout ce qui concerne la rédaction, s'adresser au Secrétaire du Comité Directeur, rue de l'Association, 28, à Bruxelles.

Belliss & Morcom Ltd

FONDEE EN 1852

BIRMINGHAM (Angleterre)



Machines à vapeur

Compresseurs de gaz et d'air

à lubrification forcée automatique brevetée

Turbines à vapeur

Turbocompresseurs

Condensenrs

Moteurs Diesel

Compresseur de 57 m³, 400 HP, dont nous avons plus de 150 références dans les Charbonnages de la Belgique et du Nord de la France.

> Agent général pour la Belgique, le Congo Belge et le Grand-Duché de Luxembourg

L. DEVILLE, Ing. A. I. Lg., 6, place de Bronckart, LIEGE

Téléphone: 166.42

Adresse télégr.: Deville 166.42 Liége