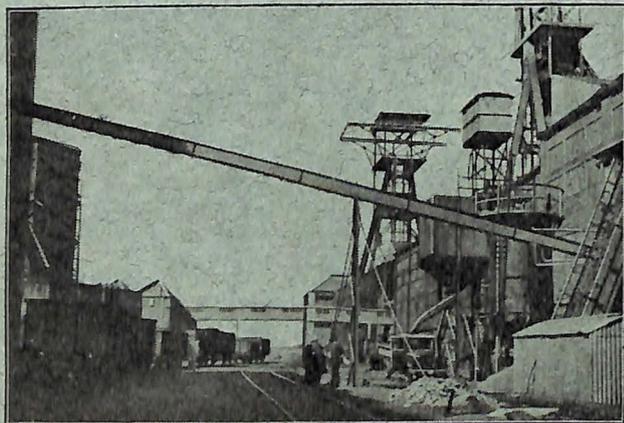


LES TRANSPORTEURS BREVETES

REDLER

HORIZONTALS - INCLINÉS - VERTICAUX

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



**CHARBONS
& MATIÈRES
ANALOGUES**

«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).

Institut National des Mines
à Frameries-Paturages

RAPPORT

SUR LES

Travaux de 1934

PAR

ADOLPHE BREYRE,

Ingénieur en chef des Mines,

Directeur de l'Institut,

Professeur à l'Université de Liège.

SOMMAIRE :

I. — *Travaux sur les explosifs.*

Galerie de Paturages. — Tirs de contrôle et divers	7
Recherche sur le lignite d'Ossek	7
Essais préliminaires sur des détonateurs à retard	8
Essai sur des matières gainantes	10
Recherches sur la sensibilité au choc des explosifs à l'oxygène liquide	11
Etudes connexes au tir simultané. — Recherches sur les exposeurs	12
Divers essais spéciaux	14

II. — *Lampes, Grisouscopes, Grisoumètres.*

Les joints des lampes à flammes	15
Lampes électriques. — Agréation. — Etude de leur étanchéité vis-à-vis des flammes d'hydrogène-oxygène	15
Grisoumètres Friemann et Wolff, Mac Luckie	17
Grisoscope Spiralarm de Naylor	19

III. — *Matériel électrique antidéflagrant.*

Appareils agréés en 1934	21
Etude sur les joints pour appareils de petite capacité	31

IV. — *Locomotives Diesel.*

Types agréés. — Modifications autorisées	31
--	----

V. — *Le dégagement du grisou dans nos couches.*

Appareil auto-captateur de grisou	35
Expériences de 24 heures faites dans les divers bassins	38
Prélèvements par l'Administration des Mines	44
Quantités maxima émises en mètres cubes par tonne. — Quantités moyennes de plus de 75 tonnes	48
Quantités de grisou émises par siège et par catégorie de mines pour les divers bassins	49

VI. — *Propagande de la sécurité.*

La grisoumétrie. — Séances de vulgarisation. — Notices et brochures sur la détection et	
---	--

l'analyse du grisou. — Autres visites éducatives. — Visites d'étrangers. — Question des poussières charbonneuses en Campine	58
---	----

VII. — *Divers.*

Tuyaux flexibles avec mise à la terre pour air comprimé	58
Etude de gaz dégagés après un incendie souterrain	59
Etude sur une soi-disant inflammation de grisou par étincelles de pic à main	60

VIII. — *Recherches patronnées par le Fonds National de la Recherche Scientifique.*

Pouvoir adsorbant sous pression : mise au point de l'outillage	61
Thermolyse des houilles : appareillage et premières opérations	63

IX. — *Collaboration avec les stations étrangères* 63*Annexe I. — Etude sur les exploseurs, par Ad. Breyre et J. Fripiat.*

Introduction. — Rappel des études antérieures	65
I. Recherches sur les dimensions à donner aux joints des enveloppes des exploseurs	72
II. Recherches sur le fonctionnement des exploseurs	79
Conditions de travail des exploseurs	79

Variations de résistance des amorces avant la déflagration. — Leur mesure	80
Etude des exposeurs	89
Mode opératoire	89
a) Exposeurs neufs	91
Schaffler, type B. M. V.	91
Brün, type Z. E. B. 3	94
Flébus 1935	102
Brün, type Z. E. B./A. 10	107
Brün, type Z. E. B./A. 20	113
Schaffler, type B. D. K. S.	116
Schaffler, type A. B. F. V. S. à ressort préalablement bandé.	125
Schaffler, type A. B. F. G. S. à ressort préalablement bandé.	132
Brün à crémaillère type Z.E.B./A. 50	133
b) Exposeurs usagés	140
III. Conclusions générales	147

Annexe II. — Note préliminaire sur la thermolyse mitigée des houilles, par L. Coppens.

Introduction	149
Première partie : Mode et détails opératoires	152
Deuxième partie : Résultats	155
Troisième partie : Interprétation des résultats	157
Résumé et observations	164

Rapport sur les travaux de 1934

PAR

ADOLPHE BREYRE,

Ingénieur en Chef des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut,
Professeur à l'Université de Liège.

I. — TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS.

1. — Opérations de contrôle à la galerie d'essai.

Nous avons procédé aux tirs suivants :

a) *Tirs pour classement* : cinq tirs, qui n'ont abouti à aucune reconnaissance d'explosifs S. G. P. nouveaux.

b) *Tirs de contrôle* d'explosifs S. G. P. prélevés dans les charbonnages : soixante-sept tirs portant sur huit explosifs différents.

c) *Tirs de démonstration lors des visites éducatives* : soixante-deux.

2. — Lignite d'Ossek.

Au début de l'année, à la demande de l'Administration des Mines de Tchecoslovaquie, nous avons étudié le lignite d'Ossek au point de vue de l'inflammabilité des poussières. Ce lignite donnait à l'analyse les teneurs suivantes :

Humidité : 2,92 %.

Cendres : 7,00 %.

Matières volatiles : 48,22 %.

Il a donné des explosions de poussières dans les conditions suivantes :

Finesse.	Densité de poussières.
70 % passant au tamis de 5.100 mailles/cm ²	125 gr. au m ³
90 % idem	50 gr. au m ³

Ce lignite est donc très apte à donner des explosions de poussières.

3. — Essais préliminaires sur des détonateurs à retard.

La question des détonateurs à retard est à l'ordre du jour, car l'usage de ces engins est de nature à faciliter le travail et à augmenter l'avancement dans le creusement des galeries à grande section (grands travers-bancs ou puits).

Il faut rechercher s'ils sont compatibles avec la sécurité. L'étude que nous avons entreprise en 1934 se poursuit car des améliorations sont encore apportées aux détonateurs à retard malgré les grands progrès réalisés dans ce domaine depuis quelques années.

L'oscillographe montre qu'il y a, dans les retards indiqués par les fabricants, des écarts de l'ordre de plus ou moins vingt-cinq millisecondes, ce qui est encore trop, si l'on veut espacer les volées d'une demi-seconde seulement.

Nous avons d'abord étudié des détonateurs de fabrication belge à trois retards différents, savoir : une demi-seconde, une seconde et une seconde et demie.

Nous avons opéré en poussières inflammables (35 % de matières volatiles; finesse : plus des trois quarts passant le tamis de 5.100 mailles au cm²). Deux mortiers étaient placés dans notre galerie: le premier ne recevait qu'une faible charge, dont le but était de soulever les

poussières et de créer le nuage le plus propice à l'inflammation devant le second fourneau qui explosait avec un retard 1,2 ou 3. Ce second fourneau était chargé de 900 grammes d'explosifs S. G. P. Nous n'avons eu aucune inflammation.

Ces tirs nous ayant montré des irrégularités de durée, que nous avons mis en évidence par des essais à l'oscillographe, nous avons tenu le fabricant au courant pour qu'il améliore la fabrication.

Pour continuer les essais sans avoir à tenir compte des irrégularités de fabrication, nous avons combiné un appareil permettant d'échelonner les deux détonations à un intervalle de temps parfaitement déterminé. Nous avons utilisé l'appareillage qui nous avait déjà servi dans l'étude des amorces électriques : les deux mines ont chacune leur circuit distinct; chacun de ces circuits se ferme par l'intermédiaire d'un balai appuyant sur un secteur de cuivre ménagé dans un disque isolé tournant à une vitesse bien déterminée.

Nous pouvons modifier la position relative des deux secteurs fermant successivement les deux circuits et régler, par conséquent, l'intervalle de temps entre les mises à feu.

D'autre part, nous utilisons un courant d'un ampère et demi, pour lequel la durée d'inflammation des amorces est sensiblement la même. (Notre étude sur les amorces, voir Rapport sur les travaux de 1933, *Annales des Mines de Belgique*, 1^{re} livraison de 1934, pp. 55 et suivantes, a montré que les variations de durée diminuent et deviennent presque négligeables lorsque l'on utilise les courants dépassant un ampère.)

Nous avons opéré cette fois, soit en présence de grisou soit en présence de poussières.

Les deux charges étaient, dans cette série d'essais, de même importance (800 ou 900 grammes d'un explosif S.G.P.). Les retards ont varié de 50 à 130 millisecondes. Nous n'avons eu aucune inflammation en poussières; en grisou nous avons eu une inflammation provoquée par la première mine, elle ne met donc pas en cause l'amorçage à retard; d'autre part, nous avons effectué huit tirs à deux coups sans inflammation.

Après avoir dû interrompre ces recherches, nous les avons reprises après réception d'amorces à retard belges améliorées et de détonateurs à retard étrangers.

Les temps utilisés d'abord étaient délibérément faibles parce que, à première vue, l'instant le plus propice à une inflammation semble être celui où la flamme du second coup est lancée dans le mélange inflammable encore en état d'agitation sous l'effet du premier coup.

Nous avons effectué ensuite une série de tirs de deux coups en poussières avec charges d'S. G. P. de 900 grammes pour le second coup; les retards étaient échelonnés de 476 à 1.150 millisecondes, c'est-à-dire des retards réalisés par les fabrications : aucune inflammation.

Jusqu'à présent donc, ces essais permettent d'envisager, moyennant certaines précautions, l'usage des amorces à retard dans des cas déterminés de travaux en mines grisouteuses.

Nous exposerons la question dans son ensemble lorsque nous aurons pu terminer tous les essais.

4. — Essai sur des matières gainantes.

Un fabricant d'explosif belge nous a soumis deux compositions à base de feldspath. Elles n'ont montré aucune supériorité et ont été écartées.

Postérieurement, le même fabricant nous a soumis un mélange composé de feldspath orthose, de sulfate de potasse et de plâtre. Utilisée comme matière gainante, cette composition a donné de très bons résultats, à la fois au point de vue de la sécurité et au point de vue de la conservation de l'explosif.

5. — Recherches sur la sensibilité au choc des explosifs à l'oxygène liquide.

A la demande d'une firme belge utilisant ces explosifs, nous avons procédé à une série d'essais sur la sensibilité au choc de ces compositions.

Tout le monde connaît la remarquable étude de M. Angot, Ingénieur au Corps des Mines de France (1).

Nos recherches ont été beaucoup plus modestes, les explosifs à oxygène liquide n'ayant qu'un emploi exceptionnel en Belgique.

Nous avons utilisé diverses matières absorbantes courantes dans le marché industriel et, principalement, la tourbe et le noir de fumée. Nous avons fait varier le poids du mouton, la hauteur de chute, la durée du trempage de l'absorbant dans l'oxygène liquide, le diamètre d'encartouchage.

Les cartouches larges (50 mm.) paraissent moins sensibles que les cartouches étroites (22 mm.); la sensibilité paraît augmenter avec la durée du trempage, bien que la quantité d'oxygène absorbée n'augmente plus après trente minutes d'immersion.

Les cartouches à la tourbe sont beaucoup moins sensibles que celles au noir de fumée. Notons d'ailleurs l'énor-

(1) *Ann. Mines France*, tome V (1934), 1^{re} livraison, Note sur un accident de tir à l'oxygène liquide. Voir aussi la circ. ministér. du 23-5-1934, pp. 1008-1011 du tome VI, 12^e livraison 1934.

me différence des volumes d'oxygène absorbés par gramme de matière à la température de -70°C :

Tourbe brute : 19,37 cm³.

Liège : 37,44 cm³.

Noir de lampe : 99,81 cm³.

La valeur minimum de l'énergie de choc ayant donné lieu à l'explosion, a été de 1,4 kilogrammètre pour les cartouches au noir de fumée de 22 mm. de diamètre.

Le dispositif réglant la hauteur de chute a varié au cours des essais, par perfectionnements successifs. Pour la majorité des essais, le mouton était immobilisé à la hauteur voulue, par un électro-aimant; par interruption de contact on provoquait la chute du mouton.

Voici un tableau résumant ces essais :

Diamètre des cartouches m/m	Hauteur m/m	Poids de noir de fumée grammes	Hauteur minimum de chute provoquant la détonation	
			mouton de 9 k. 25	mouton de 14 k. 50 centimètres
22	50	7	20	15
50	8	9	25	25

N. B. — Pour évaluer l'énergie, il faut déduire chaque fois la hauteur de la cartouche de la hauteur de chute indiquée, celle-ci étant mesurée du niveau de l'enclume sur laquelle se trouvait la cartouche à la face inférieure du mouton.

6. — Etudes connexes au tir simultané. Recherches sur les exploseurs.

Ces recherches font suite à celles effectuées en 1933 sur les amorces et les détonateurs. Rappelons notre conclusion: en vue de la suppression des ratés, une intensité

efficace d'un ampère est nécessaire dans un circuit de tir avec les amorces belges en usage.

En d'autres termes, le voltage de la source de courant (1) exprimé en volts doit être égal ou supérieur au nombre d'ohms qui exprime la résistance de la ligne de tir.

Nous avons donc été amenés à rechercher comment varie la résistance d'un chapelet d'amorces au cours des phénomènes d'inflammation puis à mesurer, à l'aide de l'oscillographe, le débit, sur des résistances connues, des exploseurs usités en Belgique.

Cette étude, qui met en jeu l'observation de temps très courts, de l'ordre de quelques millisecondes, ne peut naturellement se faire qu'à l'oscillographe: les très nombreux oscillogrammes enregistrés photographiquement nous ont donné des résultats intéressants et extrêmement précis. On déduit de ces oscillogrammes très aisément toutes les circonstances de temps, d'intensité et de tension du courant.

Nous avons étudié en détail différents exploseurs. Parfois ces exploseurs nous ont été soumis à la suite d'incidents de tir simultané. Dans certains cas, nous n'avons pu expliquer le raté que par suite d'une faute grossière du boutefeux. D'autre fois, nous avons constaté des défauts mécaniques à l'exploseur, défauts réduisant notablement le courant débité.

Indépendamment de l'étude du fonctionnement même des exploseurs, nous nous sommes préoccupé, depuis longtemps déjà, de l'étanchéité vis-à-vis du grisou des exploseurs utilisés dans les travaux des mines classées.

Nous étions intervenu auprès des constructeurs ou

(1) S'il s'agit d'une source constante, bien entendu.

fournisseurs belges pour attirer leur attention spéciale sur ce point; dans les nombreuses visites éducatives, nous avons insisté sur le danger des étincelles d'exploseur.

En 1934 est survenu, dans un charbonnage du Centre, une inflammation de grisou provoquée par défaut d'étanchéité d'un exploseur.

Nous avons examiné l'appareil : caisse en bois bien construite mais le desserrage d'un joint par vis avait permis l'accident. Ce joint resserré, l'appareil recouvrait son étanchéité, sa sécurité.

Il ne nous paraît plus possible de différer l'obligation de l'agrément préalable des exploseurs pour mines grisouteuses.

La seule solution possible réside dans la réalisation de boîtiers métalliques pourvus d'assemblables analogues à ceux utilisés dans les appareils électriques antidéflagrants. Cependant, les règles en usage pour les appareils électriques à utilisation industrielle (moteurs, démarreurs, transfos, etc...) sont disproportionnées dans le cas présent, étant donné que les exploseurs sont toujours des récipients de petite capacité.

Nous avons donc fait des expériences spéciales pour déterminer les règles applicables aux appareils de moins de trois litres, catégorie comprenant tous les exploseurs courants.

Nous donnons à l'annexe I de ce rapport le compte rendu des multiples expériences faites sur les exploseurs et leurs boîtiers.

7. — Essais spéciaux.

A la suite d'une inflammation — bénigne — de grisou survenue dans un Charbonnage de Charleroi et qui serait due, d'après les déclarations du boutefeu, à un tir d'une

seule cartouche d'un explosif S. G. P., nous avons fait toute une série d'essais qu'il est peut-être utile de résumer ci-dessous.

a) *Au mortier* : nous avons fait varier la position de la charge de 100 grammes de l'explosif en cause, sans bourrage (circonstance aggravante) depuis la gueule du mortier jusqu'au fond, sans obtenir aucune inflammation.

b) *Charge suspendue*, en pleine atmosphère grisouteuse: aucune inflammation à cent grammes, inflammation à deux cents grammes, ce qui est normal. Il ne faut pas oublier que ce tir est infiniment plus dangereux que le tir au mortier.

II. — LAMPES. GRISOSCOPIES. — GRISOMETRES.

Signalons quelques études intéressantes qui nous ont été demandées par M. le Directeur Général des Mines.

Les joints des lampes à flammes.

Nous avons réexaminé toute la question de l'assemblage des lampes à flammes, en associant d'ailleurs des fabricants de lampes et de verres, de même que l'Association des Industriels de Belgique pour la prévention des accidents de travail, association qui contrôle un assez grand nombre de lampisteries.

Cet échange de vues a abouti à une proposition de simplification et de meilleure coordination des dispositions réglementaires actuelles.

Lampes électriques.

Nous avons proposé l'agrément: 1°) de deux armatures pour éclairage à poste fixe, dont l'une étudiée spécialement pour un fonçage de puits; 2°) de trois nouvelles

lampes portatives et d'une tête de lampe modifiant un type autorisé antérieurement.

A la suite d'un accident survenu dans un pays étranger, nous avons été amené à faire des recherches sur l'étanchéité des assemblages de nos lampes électriques portatives vis-à-vis des mélanges hydrogène-oxygène. Nos études antérieures (voir *Annales des Mines de Belgique*, 1^{re} livraison de 1932 : « Les gaz dégagés par les batteries d'accumulateurs », note de M. Fripiat) ont en effet montré que tous les types d'accumulateurs dégagent de l'hydrogène non seulement pendant la charge, mais encore un temps notable après celle-ci.

Or, si l'étanchéité vis-à-vis d'une inflammation de grisou est relativement facile à obtenir, il est loin d'en être ainsi pour le mélange d'hydrogène-oxygène.

De fait, un assemblage comportant trois tours de filet laisse passer la flamme de certains mélanges hydrogène-oxygène.

Le volume du vide qui peut éventuellement se remplir de gaz inflammables joue un rôle ; il importe de le réduire le plus possible.

Retenons les points suivants qui jouent en faveur de la sécurité :

a) Les accus de nos lampes sont chargés au banc complètement séparés des têtes, ce qui facilite le dégagement des gaz ; ils restent un certain temps dans cette situation après la charge et même parfois la tête n'est vissée qu'au moment de la remise de la lampe à l'ouvrier : dans ces conditions, la majorité des gaz est éliminée et il n'y a plus guère de chance de formation, dans la lampe, d'un mélange dangereux.

b) La fermeture par vis permet le vide le plus réduit de l'espace où le mélange peut se former.

c) Le système général des bornes élastiques appuyant sur des secteurs métalliques insérés dans le disque isolant fermant la base inférieure du couvercle ne peut en tout cas faire jaillir une étincelle en plein milieu inflammable.

L'étincelle est en quelque sorte laminée entre les parties métalliques. Nos expériences montrent que ce genre de rupture est bien moins dangereux qu'une étincelle surgissant en plein milieu du mélange inflammable.

Grisoumètres et Grisoscopes.

Nous avons examiné deux grisoumètres et un grisoscope :

1° *Un grisoumètre Friemann et Wolff* : il comporte au-dessus d'une lampe électrique portative, une petite lampe à benzine allumée, lorsqu'on veut en faire usage, par un filament porté à l'incandescence. La lampe à benzine donne de bonnes indications. Mais elle n'est protégée que par une tôle de laiton perforé, aisément fusible.

Nous n'avons pas cru pouvoir proposer l'agrégation de cet appareil. Nous estimons qu'un grisoumètre, bien qu'il ne doive être manœuvré que par un personnel de choix, ne peut présenter une sécurité moindre que celle d'une lampe.

2° *Le grisoumètre Mac Luckie* : il est basé sur la combustion du grisou autour d'un filament incandescent et sur la mesure de la contraction qui en résulte ou, plus exactement, de la dépression que la contraction de volume entraîne. L'appareil est contenu dans une enveloppe métallique de 13,5 × 13 × 40,5 centimètres, il pèse 5,6 kilos. Il est bien conçu et permet une analyse complète en 6 minutes. Il peut donc donner dans le fond des

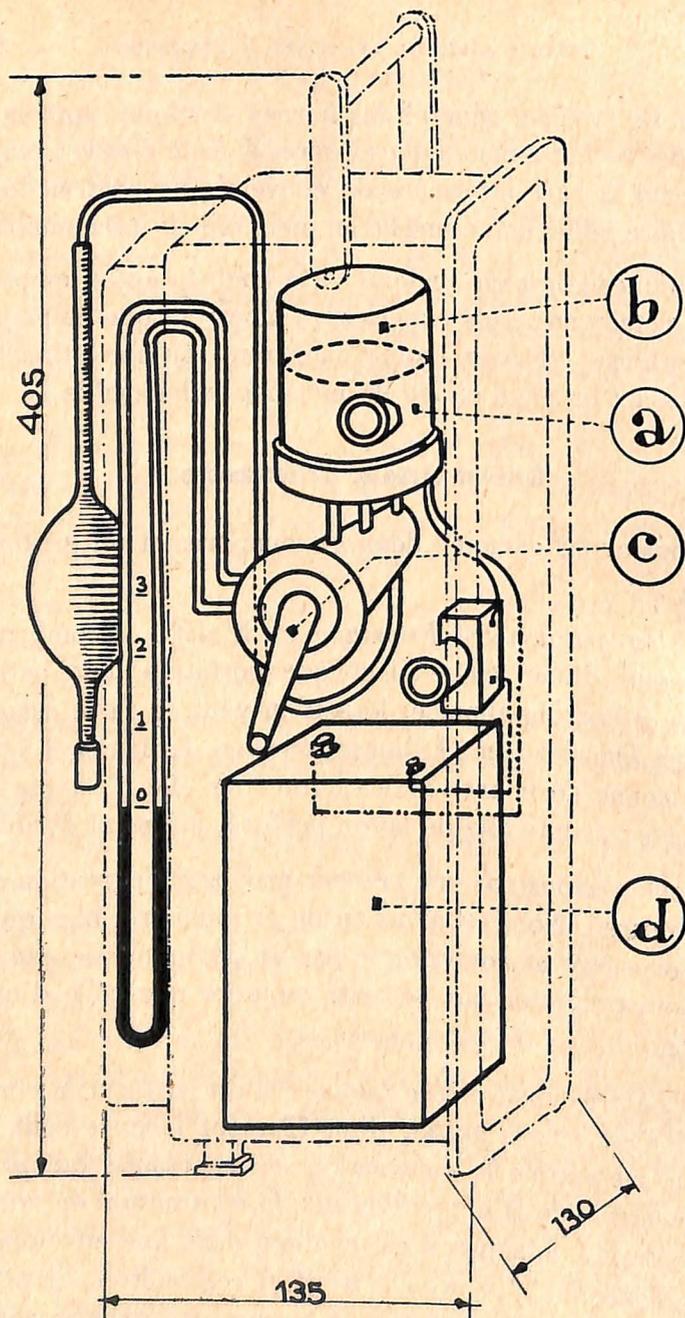


Fig. 1. — Appareil Mac Luckie.

Légende :

a : chambre de combustion; *b* : chambre de compensation; *c* : levier commandant les diverses manœuvres (remplissage, combustion, vidange); *d* : accu 2 volts, courant normal 3,3 ampères; *e* : interrupteur.

indications presque immédiates. Son étude a abouti à une décision d'agrément (1).

Le schéma ci-contre dispense de tout commentaire. Le trait mixte représente l'enveloppe dans laquelle s'insère l'appareil.

Le mélange à examiner, insufflé par la prise en caoutchouc, est laissé deux minutes pour prendre la température; une chambre de compensation *b* est ménagée au-dessus de la chambre de combustion pour hâter l'équilibre de température; de même, on attend deux minutes après la combustion avant de faire la lecture. La graduation est combinée de manière à lire directement les millièmes de grisou.

3° Le grisoscope dénommé « Spiralarm », de la firme Naylor Ltd, Wigan : il consiste en une lampe de sûreté à grand pouvoir éclairant, alimentée à l'huile de paraffine, portant, sous le pot habituel, un compartiment à verre rouge. Lorsque la flamme de la lampe augmente de hauteur par suite de la présence d'un certain pourcentage de grisou dans l'atmosphère, elle chauffe une spirale *b*, placée à une distance déterminée de la flamme normale; la spirale, en se dilatant, actionne, par sa lame inférieure *c*, une petite tige avec ergot *d*, fermant le circuit d'alarme : celui-ci comprend une pile sèche alimentant une petite lampe *e* à incandescence qui éclaire le verre rouge du compartiment inférieur.

L'appareil est certainement plus simple que beaucoup de ceux qui l'ont précédé, plus robuste et plus rapide. Il est encore à l'étude.

(1) Décision ministérielle du 4 mai 1935, 13B/5090.

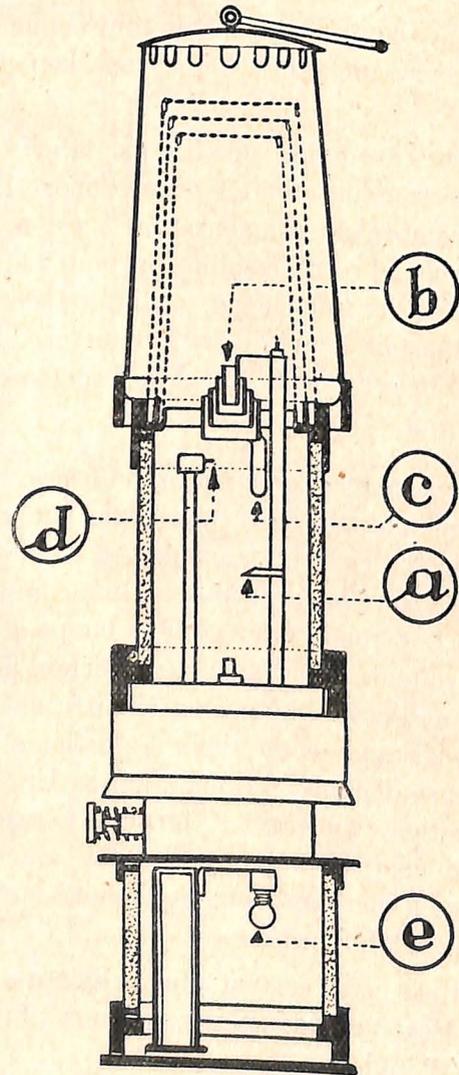


Fig. 2. — Spiralarm de la firme Naylor Ltd., Wigan.

III. — MATERIEL ELECTRIQUE ANTIDÉFLAGRANT.

Agréations.

Quinze nouveaux appareils ont été examinés et agréés. Ils se répartissent comme suit :

- a) Cinq moteurs respectivement de 14, 30, 30, 68 et 250 HP. ; le dernier était destiné à une station d'exhaure.
- b) Une haveuse.
- c) Trois appareils divers : rhéostat, frein, tableau blindé.
- d) Six appareils de signalisation : un poste téléphonique, deux commutateurs, deux tableaux lumineux, un tableau de manœuvre.

Diverses modifications ont été apportées à des appareils précédemment autorisés.

Nous donnons les caractéristiques de ces appareils dans le tableau suivant qui est donné sous la même forme que dans de précédents rapports.

I. — HAVEUSES

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
21-11-1934	Compagnie Sullivan, 15, r. du Grand-Hospice, Bruxelles.	13E/5719	1 haveuse à chaîne type C.L.E./5 — moteur triphasé à induit en court-circuit, 220 volts, 37 KV, 1,500 t. p. m. Suivant plans : ensemble : C.C.M. 1030bis.; prise de courant : Annexe C.C.M. 1030bis.

22

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
24-5-1934	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5683	Modification de la tension du moteur type G.A.B.F. 41 de 30 HP, 500 V., 50 pér. (précédemment autorisé sous le n° 13E/5505 du 19.5.1932) peut aussi fonctionner sous la tension de 220 volts, sans modification des dispositifs de sé- curité.
15-6-1934	Idem.	13E/5687	1 moteur G.A.B.F.-66 de 68 HP. 3.000 volts, 50 p. 1.500 t. p. m. rotor en court-circuit, moteur n° 38.016 fabri- cation n° 701.717; à 1.460 t. p. m. dé- veloppe 68 HP/50 KW st. plans 500.103 et 502.103 (moteur à double circuit de ventilation). <i>Remarque</i> : svt une C. M. du 11.4.35 n° 13E/5759, ce moteur peut aussi fon- ctionner sous la tension de 1.000 volts.
18-7-1934	Idem.	13E/5690	1 moteur type G.A.B.F. 30 de 14 HP, 500 volts, 50 p., 1.500 tours p. m., rotor en court-circuit, moteur n° 37.914, fa- brication n° 706.91 svt plans 502.387.

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

23

I. — HAVEUSES

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
21-11-1934	Compagnie Sullivan, 15, r. du Grand-Hospice, Bruxelles.	13E/5719	1 haveuse à chaîne type C.L.E./5 — moteur triphasé à induit en court-circuit, 220 volts, 37 KV, 1,500 t. p. m. Suivant plans : ensemble : C.C.M. 1030bis.; prise de courant : Annexe C.C.M. 1030bis.

22

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
24-5-1934	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5683	Modification de la tension du moteur type G.A.B.F. 41 de 30 HP, 500 V., 50 pér. (précédemment autorisé sous le n° 13E/5505 du 19.5.1932) peut aussi fonctionner sous la tension de 220 volts, sans modification des dispositifs de sé- curité.
15 6-1934	Idem.	13E/5687	1 moteur G.A.B.F.-66 de 68 HP. 3.000 volts, 50 p. 1.500 t. p. m. rotor en court-circuit, moteur n° 38.016 fabri- cation n° 701.717; à 1.460 t. p. m. dé- veloppe 68 HP/50 KW st. plans 500.103 et 502.103 (moteur à double circuit de ventilation). <i>Remarque</i> : svt une C. M. du 11.4.35 n° 13E/5759, ce moteur peut aussi fon- ctionner sous la tension de 1.000 volts.
18-7-1934	Idem.	13E/5690	1 moteur type G.A.B.F. 30 de 14 HP, 500 volts, 50 p., 1.500 tours p. m., rotor en court-circuit, noteur n° 37.914, fa- brication n° 706.91 svt plans 502.387.

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

23

II. — MOTEURS (suite)

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
20 8-1934	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5698	1 moteur type G.A.B.F. 41, 30 CV, 500 volts, 50 p., 1.500 t. p. m., <i>type vertical</i> ; moteur n° 38066, fabrication n° 708.555, plan n° 500.225.
24-8-1934	Idem.	13E/5703	1 moteur type A.F.G. 86, 250 CV, 3.000 volts, 50 périodes, 3.000 t. p. m., moteur à bagues, destiné à une station d'exhaure. Moteur n° 37.898, fabrication n° 706.165. Suivant plans : ensemble 1/2 coupe : 503.050; coupe transversale : 503.118; regard collecteur 214.802.

24

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
23-6-1934	Société Anonyme Siemens, Dépt. : Siemens-Schukert, 116, ch. de Charleroi, Bruxelles.	13E/5688	Autorisation d'emploi de la perforatrice à charbon type E. 535, agréée le 24.3-32 sous le n° 13E/5494 pour une tension d'alimentation jusque 250 volts (autorisation primitive : 65 volts).
6 9-1934	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5704	Rhéostat de démarrage type T.H.A. 136, n° de fabrication 706.166. Suivant plan n° 269.509.
7-11-1934	Idem.	13E/5715	1 électro de frein type E.T.S. 2, pour courant triphasé 220 V. et 500 V., 50 p., n° 3249, fabrication n° 709.145. Suiv. plans : ensemble : 6 F-37, entrée de câble : 289,277.
7-12-1934	Ateliers Electriques Belges, 62, av. du Pont-de-Luttre, Forest-Bruxelles.	13E/5820	1 élément de tableau antidéflagrant, 60 ampères, 750 volts, se composant de trois parties : a) 1 compartiment à barres M.G.3.a.; b) 1 compartiment avec disjoncteur M.S.T.W.; c) 1 boîte à barres type M.G. 12.a. Suiv. plans : ensemble 3824, schéma 3805.

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

25

IV. — LOCOMOTIVES ELECTRIQUES

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
24-2-1934	Forges et Ateliers de Constructions Electriques de et à Jeumont (Nord).	13E/5655	1 phare antigrisouteux suivant plans 249.782 et 166.427.
10-8-1934	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5700	Modifications de détail apportées au moteur type M.L.A. 21, de 21 CV., 72 volts, 225 amp. (autorisé le 21.6.33 sous le n° 13E/5607. Voir plans 503.116 et 503.117.

26

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

VI. — MATÉRIEL D'ÉCLAIRAGE SUJET A DÉPLACEMENTS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
17-2-1934	S. A. des Charbonnages de et à Maurage.	13E/5661	1 armature antigrisouteuse pour enfoncement de puits. Suivant plans sans n° (construction des Charb. de Maurage).
31-3-1934	S. A. « Electro-Lumière », 226, rue Haute-Marexhe, Herstal.	13E/5670	1 armature de protection. Suivant plan F.L. 450.
27-12-1934	S. A. d'Eclairage des Mines et d'Outillage Industriel, à Loncin (Liège).	13E/5208	Adoption d'un dispositif de sûreté réalisant la mise en court-circuit de l'alternateur en cas de rupture du globe de protection, type 461 (lampe électropneumatique type B. 444 autorisée le 13.6.30 sous le n° 13C/5114).

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

27

VII. — TÉLÉPHONES ET SIGNALISATION

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
27-3-1934	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5664	Commutateur pour poste téléphonique avec ou sans bouton-poussoir : 1) avec bouton-poussoir plan 25.987 S-I ; 2) sans bouton poussoir plan 24.328 S-I. Appareil n° 320.032-5.
8-5-1934	Téléphones « Le Las », 131, rue de Vaugirard, Paris.	13E/5677	1 tableau lumineux pour signalisation type C.X.O.N.G. 4. Suivant plan n° DN. 9643.
8-5-1934	Idem.	13E/5678	1 tableau de manœuvre pour signalisation. Suivant plan DN. 9642.
8-5-1934	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5679	1 boîtier lumineux à une case n° 104057/I. Suivant plan 26.214 S-I.

20-8-1934	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/5697	Interrupteur rotatif bipolaire pourvu de 3 entrées de câbles (2 dispositions) : a) pour câble souple s/plan 26140 S-I ; b) pour câble armé s/plan 26141 S-I.
30-10 1934	Sté des Téléphones Le Las, 131, rue Vaugirard, Paris.	13E/5710	1 poste téléphonique portatif destiné aux opérations de remblayage hydraulique. Suivant plan 10.077.
31-10-1934	Idem.	13E/5711	1 boîte de raccordement à deux prises de courant bipolaires pour poste téléphonique. Suivant plan 10.078.

X. — LAMPES ELECTRIQUES PORTIVES (suite)

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
16-4-1934	Compagnie Auxiliaire des Mines, 26, r. Egide Van Ophem, à Uccle-Calevoet.	13F/5190	Lampe type F.A.M. alcaline, accu cadmium-nickel, 2 éléments, 2,6 volts, 1,5 ampère, capacité 18 amp./heure, poids en ordre de marche 4,230 K°. Suivant plan sans n° daté du 15.7.33.
27-6-1934	Idem.	13C/5197	1 lampe F.A.M. 2 volts, à réflecteur courant absorbé 0,9 ampère, accu au plomb 1 élément. Suivant plan 101.
28-9-1934	Paul Weber, 42, rue des Ménapiens, à Bruxelles.	13C/5203	1 lampe type M.S.A. construite par la firme Dominit à Hoppecke (Westphalie) accu 2 éléments au cadmium-nickel, tête avec capuchon et réflecteur, 2,6 volts, 1,5 ampère-capacité 20 Amp-M, poids lampe complète 5,3 K°. Suivant plans : ensemble 6846; tête 39/6828.
21-1-1934	Station d'Essais du Comité Central des Houillères de France, à Montluçon (Allier), Fr.	13C/6130	Grisoumètre Léon type Montluçon. Suivant plans n° 1, 2, 3, 5 et 7. (Sera utilisé en Belgique sur une lampe Musy type IIIbis.)

XII. — GRISOUMÈTRES

Etude sur les joints pour appareils de petite capacité.

Dans les prescriptions qui servent de base à la construction des appareils électriques antigrisouteux, il n'a été fait, jusqu'à présent, en Belgique, aucune distinction d'après la capacité des appareils.

Les joints ont, de ce chef, des dimensions qui peuvent être exagérées pour le petit appareillage dont la construction est, de ce fait, compliquée et rendue plus coûteuse, sans que la sécurité l'exige.

Mais pour pouvoir modifier l'état de choses existant, il fallait organiser des expériences qui justifient et autorisent cette modification.

Le détail des essais et les conclusions sont exposés dans l'annexe I au présent rapport (étude sur les exploseurs).

En effet, ces essais avaient été entrepris en vue de l'agrégation des exploseurs.

Il est possible de réaliser des joints parfaitement étanches du point de vue d'une inflammation interne de grisou dans les appareils d'une capacité inférieure à trois litres en diminuant les dimensions des joints habituels des appareils électriques antigrisouteux, tout en gardant un coefficient de sécurité suffisant.

IV. — LOCOMOTIVES DIESEL.

Types agréés.

Nous avons éprouvé suivant notre méthode habituelle, deux locomotives Diesel: l'une de 14 HP (S. Marchak à Bruxelles, représentant de la firme Deutz de Cologne) et l'autre de 20 HP (Société Orenstein et Koppel à Bruxelles). Quelques modifications à des types précédemment autorisés ont été admises.

IX. — LOCOMOTIVES DIESEL

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
18-1 1934	Léopold Dehez, 97, avenue Defré, Uccle.	13E/5656	Modifications pot d'échappement et tuyau collecteur de gaz. Suivant plans L.401.A. et 16.617.A.
27-3-1934	Société d'Electricité et de Mécanique, Procédés Thomson et Houston, Carels, 50, Dock, Gand.	13E/5667	Remplacement de l'empilage d'échappement prévu à la C. M. 13E/5654 du 21.12.33 comportant 50 lamelles annulaires de 2 mm. d'épaisseur par un autre se composant de 92 lamelles de 1 mm. d'épaisseur. Suivant plan D.V.1314.
24-5 1934	S. Marchak, 15, rue du Lombard, Bruxelles.	13E/5680	Loco. identique au type M.L.H. 322 autorisée le 3.6.1931 sous le n° 13E/5422, mais avec quelques modifications de détail. Moteur 4 T, 145/220 à 700 t. p. m., 14 HP, n° 289.078, poids 4,5 T. Plans 452.913 et 452.947.
20-8-1934	Paul Weber, 42, rue des Ménapiens, Bruxelles.	13E/5699	Modification de l'épaisseur des lamelles d'échappement : épaisseur de 2 mm. ramenée à 1 mm. suivant plan 12 339. (Cette modification intéresse les 2 types agréés les 16.11.31 13E/459 et 19.5.1932 13E/5509.

32

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

13-12-1934	Société Orenstein et Koppel, 4, rue Treurenberg, Bruxelles.	13E/5723	1 loco, Diesel type L.D/2, 20 HP monocylindrique, alésage 150, course piston 250, n. de tours 800, poids en marche 4,9 t. Suivant plans : 13901: disposition générale du moteur; 15331: schéma dispositifs de sécurité; 13991: filtre à air en empilage entrée; 14253: détails empilage entrée d'air; 14163: bride d'échappement; 14239: disp. gén. empilage échappem.; 14240: détails empilage d'échappement; 14242: Pot d'échappement, détails; 15400: schéma d'ensemble de la locomotive.
------------	--	----------	--

INSTITUT NATIONAL DES MINES, A FRAMERIES

33

V. — LE DEGAGEMENT DU GRISOU DANS NOS CHANTIERS.

Grisoumétrie. — Mesure des émissions gazeuses.

Nous avons signalé dans le rapport de 1933 nos premiers travaux à ce sujet. Nous avons annoncé la réalisation d'un autocalpteur de grisou, appareil permettant la prise de douze échantillons d'air avec intervalle d'une d'heure l'un de l'autre, grâce à une commande par mouvement d'horlogerie. En même temps, un anémomètre totalisateur enregistre le cube d'air total qui a passé pendant les expériences.

Cet appareil, inspiré de celui qu'avait utilisé le regretté M. Morin aux Mines de Liévin, est représenté en plan et en élévation aux croquis repris à la figure 3.

Un mouvement d'horlogerie, logé au centre de l'appareil, commande, par une aiguille-bras décrivant un cercle en douze heures, l'ouverture successive des douze flacons remplis d'eau à la mise en service de l'appareil. Chacun de ces flacons se vide donc à son tour, captant un échantillon de l'air régnant au moment de l'ouverture.

La vidange d'un flacon dure trois à quatre minutes, ce qui assure un bon échantillon moyen.

L'amorçage de la vidange diffère de celui adopté par Morin. Tandis que celui-ci avait muni les flacons, à leur base, d'un tuyau en caoutchouc d'assez fort diamètre, soulevé par le bras du mouvement d'horlogerie, ce système ne nous a pas donné un fonctionnement régulier. Nous avons remplacé la fermeture par un dispositif simple mis au point par M. Fripiat, ingénieur principal des mines (voir fig. 3a).

Les bouchons en caoutchouc qui obturent les flacons sont traversés par deux tubes de verre, auxquels font

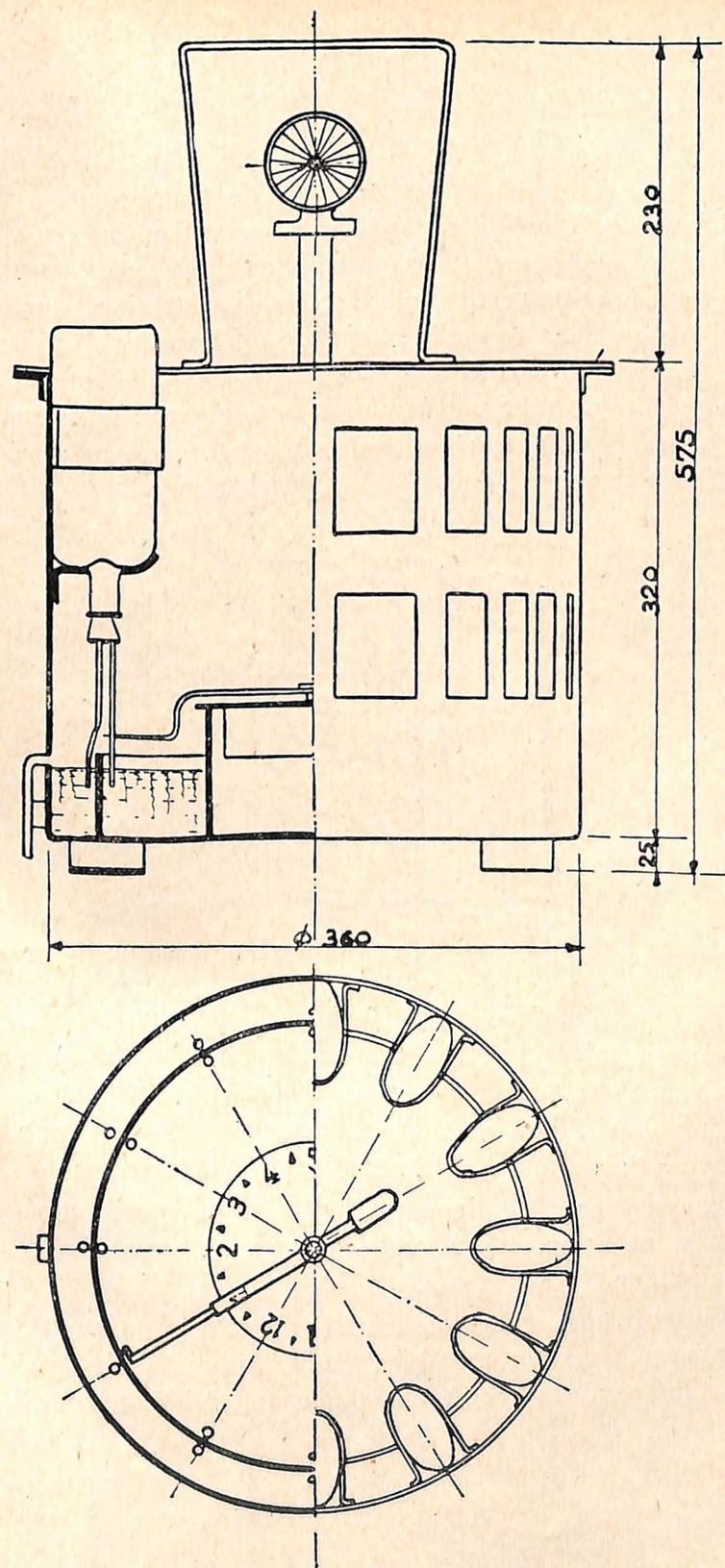


Fig. 3. — Appareil autocalpteur de l'Institut National des Mines.

suite deux tubes en caoutchouc de petit diamètre (4,5 mm.). L'un de ces tubes débouche dans la rigole annulaire extérieure de l'appareil; l'autre se termine par un petit bout de verre (de 3 mm. de diamètre intérieur) qui plonge dans la rigole intérieure de l'appareil. C'est ce bout de verre qui est soulevé par l'aiguille lorsque l'extrémité du tube dépasse le niveau de l'eau: le flacon se vide sous l'action de la différence de niveau ainsi créée et se remplit donc de l'air du chantier.

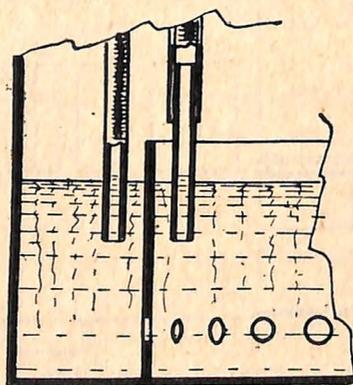


Fig. 3a. — Appareil autocapteur.
Détails de la fermeture hydraulique des flacons.

Dès que l'aiguille du mouvement d'horlogerie libère ensuite le tube de verre, celui-ci retombe dans la rigole intérieure et assure une fermeture hermétique à l'échantillon prélevé. Bien entendu, on ferme les tubes en caoutchouc à l'aide de pinces avant d'enlever les flacons.

La charpente de l'appareil porte, à sa partie supérieure, un support sur lequel se visse un anémomètre totalisateur.

Cet outillage, en somme très simple et robuste, nous a permis une grande simplification. L'appareil était placé dans la voie de retour du chantier examiné à 8 heures du

matin; on procédait douze heures plus tard à l'enlèvement des douze flacons et au placement de douze autres; le lendemain à 8 heures, on reprenait l'appareil avec les douze derniers flacons.

On notait les indications de l'anémomètre au départ, douze heures plus tard et à l'expiration des vingt-quatre heures.

Plusieurs fois, des relevés intermédiaires ont été faits, ce qui a montré que l'aérage ne subissait que de très faibles variations; c'est le cas général dans une ventilation bien ordonnée.

Evidemment, on avait soin, avant la mise en station, de faire des prélèvements d'échantillons d'air en promenant le flacon dans toute la section et d'autre part en laissant le flacon à l'endroit de l'autocapteur.

De même, on faisait des mesures anémométriques :

- a) en promenant un appareil étalon dans toute la section;
- b) avec l'anémomètre totalisateur de l'autocapteur.

Ces vérifications, répétées au milieu et à la fin de l'essai, permettaient d'établir le coefficient de correction à affecter aux données de l'autocapteur pour tenir compte des variations de vitesse et de teneur dans la section.

Nous avons pu utiliser diverses fois cet appareil dans des chantiers du Hainaut en vue de déterminer les quantités de grisou émises par les travaux (1).

(1) Signalons en passant que nous avons utilisé également l'appareil, après la catastrophe des 15-17 mai 1934 de Pâturages et l'abandon de la mine, pour déterminer la composition de la colonne du puits de retour d'air à différents niveaux. Ce puits était resté libre, on plaçait l'appareil, armé, dans la cage, sans aucune personne bien entendu; on descendait la cage sous 787 mètres, on l'y laissait séjourner deux heures, on la relevait sous l'étage de 715 mètres où elle séjournait également deux heures et ainsi de suite.

Ces essais ont très bien montré l'efficacité de la fermeture de l'étage sinistré de 821 mètres par les remblais y déversés : la teneur en grisou sous 787 mètres monta rapidement à 14 %, tandis que dans les parties supérieures, encore parcourues par un courant d'air, la teneur ne dépassait guère 3 %.

Nos essais de chantiers à l'aide de l'autocapteur complétèrent les expériences déjà faites à Liège et à Charleroi et mentionnées au rapport de 1933. (*Annales des Mines de Belgique*, 1^{re} livraison, 1934, pp. 42 et suiv.)

Les diagrammes qui suivent résument les observations faites sur dix-huit chantiers au cours d'expériences de vingt-quatre heures, faites le mercredi ou le jeudi de manière à éliminer les causes de perturbation possible dans le dégagement gazeux du fait du chômage du dimanche.

Rappelons que pour les quatorze premiers chantiers (Liège et Charleroi) nous avons opéré, chaque heure, des prélèvements d'air en même temps que l'on effectuait un jaugeage du courant d'air. Ces expériences mobilisaient un personnel nombreux; elles sont plus exactes dans ce sens que le courant d'air est jaugé chaque heure.

Pour les chantiers 15 à 18, les opérations ont été simplifiées par l'emploi de notre autocapteur.

Les prélèvements étaient faits dans la voie de retour d'air des chantiers, à une distance de 30 à 40 mètres des fronts de taille, dans une section aménagée à cette fin (section planchée sur une certaine longueur).

Les diagrammes indiquent la teneur en grisou à chaque heure de la journée; les hachures portées sur la ligne des teneurs représentent les heures d'abatage.

Disons, une fois pour toutes, que toutes les analyses ont été effectuées avec l'appareil Lebreton par la méthode de la limite d'inflammabilité. Une longue expérience nous a montré en effet que cette méthode est la plus exacte. Elle permet de déterminer rapidement la teneur en méthane à moins d'un demi-dixième pour cent (1).

(1) Voir la brochure de propagande éditée par l'Institut National des Mines, « Quelques mots sur la détection et l'analyse du grisou », Pâturages, 1934.

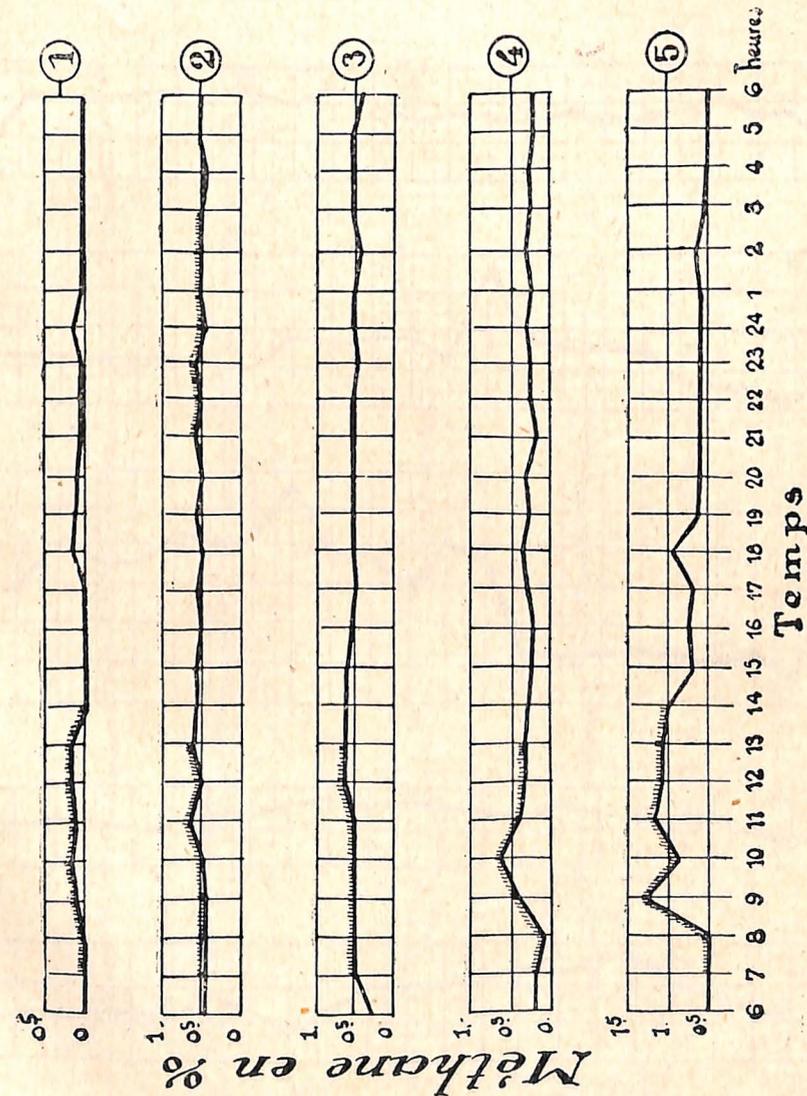


Fig. 4. — Diagrammes relatifs au bassin de Liège.

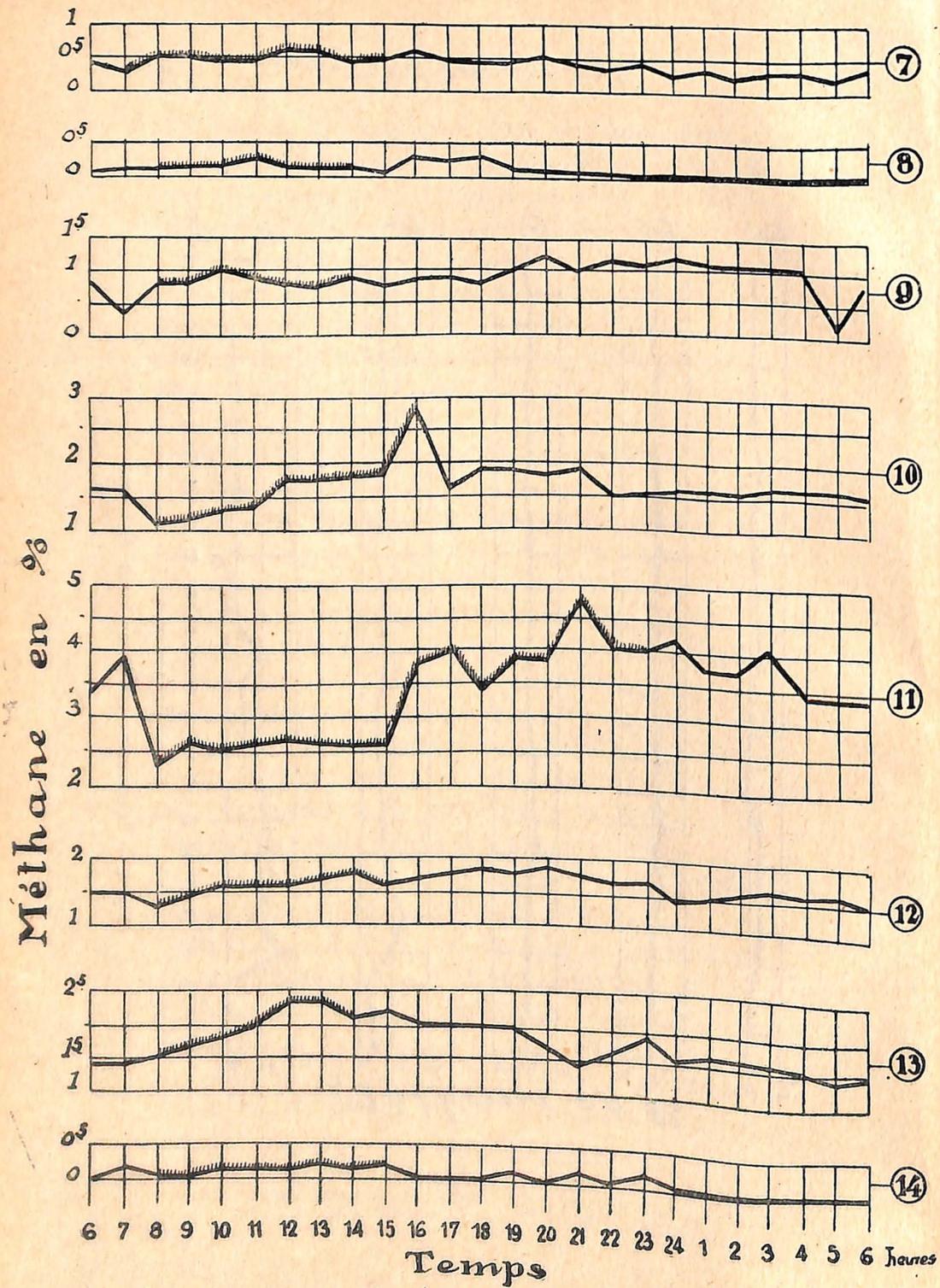


Fig. 5. — Diagrammes relatifs au bassin de Charleroi.

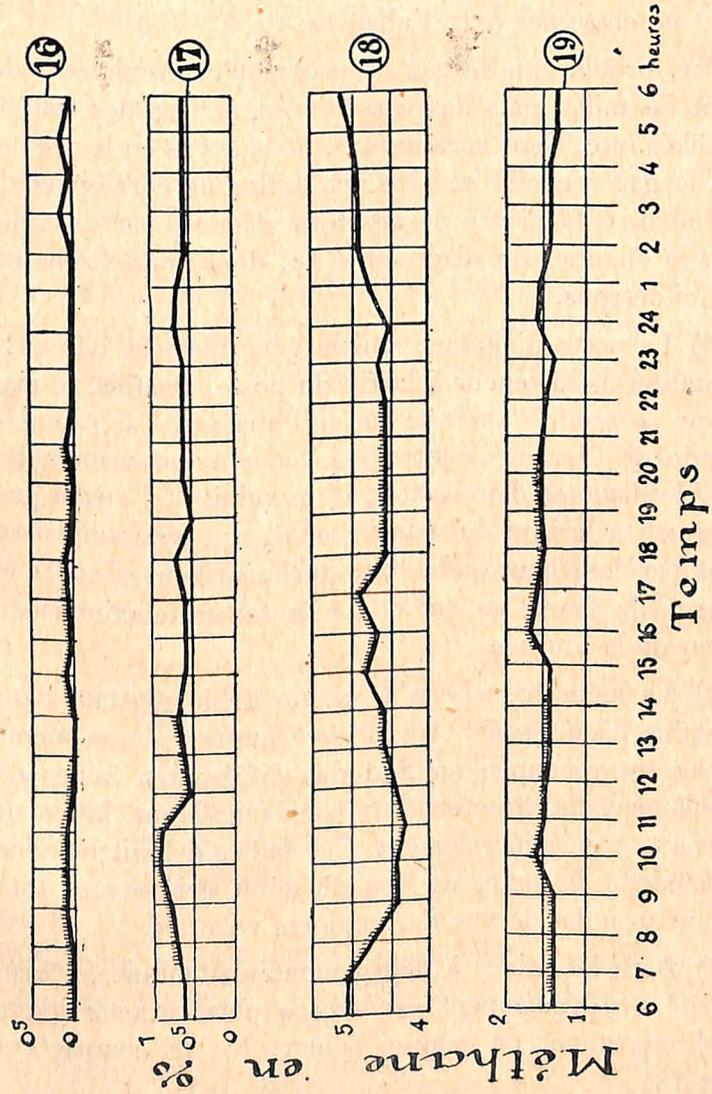


Fig. 6. — Diagrammes relatifs au bassin du Borinage.

Quelques remarques s'imposent :

1°) La teneur en grisou ne s'annule jamais, le dégagement ne cesse pas avec l'abatage.

Ceci prouve que le gaz ne provient pas seulement du front de taille mais des cassures en arrière des tailles, remblais, etc. Dans certains cas, nous avons eu la preuve que le gaz recueilli en tête des tailles ne correspondait pas même à la moitié de gaz total dégagé, par exemple dans le chantier du diagramme 18, dont nous dirons un mot ci-dessous.

2°) Le poste d'abatage amène généralement une augmentation de la teneur à la fin du poste. Parfois, le maximum se produit après la fin de l'abatage, par exemple (bassin de Charleroi) lorsque la couche est surmontée, à faible distance dans le toit, d'un veiniat lui-même grisouteux : le grisou du veiniat se dégage, vraisemblablement par les fissures du toit, quelques heures après le passage du front, ce qui donne la teneur maximum de grisou de la journée.

3°) La même couche n'a pas un débit constant dans l'étendue d'un bassin. Au fur et à mesure que la même couche est recoupée au Sud des différentes failles de refoulement qui affectent le bassin Liège-Mons, la teneur en grisou croît généralement. Ces failles délimitent donc des champs du point de vue du débit grisouteux, tout comme au point de vue des matières volatiles.

4°) Dans les mines à dégagements instantanés, l'irrégularité du dégagement est encore plus caractéristique que l'importance de celui-ci (diagr. 14, 16 comparés à 13 et 18).

Quelques explications spéciales s'imposent pour certains des chantiers étudiés :

a) La courbe n° 11 (Charleroi) se rapporte à un chantier concentré (deux postes d'abatage) dont la ventilation a été renforcée consécutivement aux essais;

b) Diagramme n° 18 (couchant de Mons).

Nous avons naturellement recherché un chantier franchement grisouteux, dans une couche mince (0 m. 65) à grande profondeur. Or, la plateure en cause se rapprochait d'un crochon de tête renversant la couche en dressant; la proximité de l'accident s'accompagnait de cassures débitant du gaz en grande quantité en arrière du front de taille proprement dit. En tête de taille, la teneur en grisou ne dépassait pas 2 %.

A l'endroit de l'autocapteur (30 à 40 m. des fronts) elle a varié de 4,5 à 5,14, le jour de nos essais.

Immédiatement la production, qui était de 230 tonnes, fut réduite à 80 sans amener une baisse suffisante de la teneur en grisou (1). Le chantier fut arrêté. On reprit l'autre aile du chantier et de suite le dégagement cessa presque totalement pour se porter sur l'aile nouvellement exploitée.

Nous avons eu plusieurs fois, notamment dans le cas de soufflards, de ces phénomènes curieux de migration subite d'un dégagement grisouteux d'un point à un autre des travaux et pas seulement dans une même couche. Cette mobilité du centre de dégagement fait ressortir à nouveau que le front de taille n'est pas seul à débiter le grisou.

Elle peut expliquer aussi comment des masses importantes de grisou, qui n'étaient pas décélables avant un

(1) Plusieurs fois, des constatations de ce genre ont été faites. Citons la plus récente : Trois chantiers du Borinage, abandonnés le samedi après-midi, donnaient dans le retour d'air une teneur en grisou sensiblement identique à celle relevée lors de l'abandon des tailles, le mardi après-midi, malgré trois jours de chômage complet.

accident, peuvent être amenées à jouer lors d'une explosion et à en aggraver singulièrement les conséquences, qu'il s'agisse du grisou des remblais ou de celui qui trouve issue par les fissures du terrain.

Les chantiers du Hainaut (sauf la partie orientale du bassin de Charleroi) atteignent des débits de gaz plus élevés que ceux de Liège et la teneur du retour d'air y subit des fluctuations moins importantes.

Ainsi, nous avons établi que si nous désignons par T la teneur moyenne en grisou pendant l'abatage, il faut, pour avoir la teneur moyenne des 24 heures, multiplier T par 0,65 pour le pays de Liège, par 0,97 pour Charleroi, par 0,985 pour le Borinage.

Nous ne donnons d'ailleurs à ces chiffres aucune valeur « ne varietur », ils correspondent seulement à la moyenne des divers chantiers grisouteux étudiés pendant vingt-quatre heures (cinq à Liège, huit à Charleroi, quatre dans le Borinage). Ils nous ont permis d'utiliser en meilleure connaissance de cause les analyses des très nombreux échantillons — plusieurs centaines — prélevés par les soins de l'Administration des Mines dans tous les retours d'air des mines du pays en 1934. Ces prélèvements étaient faits en même temps qu'un jaugeage d'air vers la fin du poste d'abatage (1), ce qui correspond généralement à la teneur moyenne du poste d'abatage.

Nous avons admis que le débit gazeux déduit de ces prélèvements représentait :

1°) le débit moyen de la journée pour les chantiers du Hainaut (nous n'avons pas jugé utile, en première

(1) Tous ces échantillons étaient centralisés à l'Institut National des Mines avec les indications relatives aux conditions de prélèvement et au jaugeage du courant d'air. Toutes les analyses et les nombreux calculs à en déduire ont été exécutés par M. G. Nenquin, chimiste assistant à l'Institut, auquel nous adressons nos remerciements pour la conscience apportée à ce long travail.

approximation, d'appliquer les coefficients 0,97 et 0,985).

2°) les 100/65 du débit moyen de la journée pour les chantiers de Liège et de la Campine. Nous avons supposé en effet que le coefficient de 0,65 était caractéristique des gisements peu grisouteux et devait s'appliquer à la Campine (1).

Nous avons reporté le résultat de toutes ces investigations sur de nombreux tableaux. Résumons-en brièvement les données les plus intéressantes :

1° Il y a des couches qui ne débitent absolument aucune trace de grisou et l'expression sans grisou répond bien à une réalité (bien entendu dans les conditions de température de nos travaux).

2° Le débit peut atteindre 208 mètres cubes à la tonne de charbon extraite, chiffre record trouvé dans un chantier (160 tonnes par 24 heures) du Borinage.

Evidemment, il faut s'entendre sur cette donnée. Le grisou se dégage par la veine et par toutes les cassures; il ne faut donc donner au débit par tonne extraite, son sens absolu que lorsque l'expérience s'applique à un siège entier ou à un quartier important groupant une production notable; lorsque l'on applique ce critère à un chantier à petite production dans un quartier nouveau ou encore à un travail préparatoire, on trouve des chiffres plus grands encore.

Ainsi, nous avons relevé le chiffre de 253 mètres cubes dans un chantier de 70 tonnes (Borinage) et de 367 m³ dans un chantier de 29 tonnes à Charleroi.

Pour l'ensemble d'un étage, le maximum que nous

(1) Nous avons appliqué aussi ce coefficient aux sièges de Namur, formant la partie orientale du bassin de Charleroi.

ayons trouvé est de 147,8 m³ par tonne, dans le bassin du Centre.

A l'est du bassin de Charleroi, les débits sont moindres. Dans le pays de Liège, le maximum trouvé est de 63 m³ à la tonne (chantier de 309 tonnes); les débits dépassant 40 m³/tonne y sont exceptionnels.

En Campine, le maximum trouvé dans un prélèvement en fin d'abatage correspond à 47,7 m³ à la tonne, soit donc, pour débit moyen avec le coefficient de 0,65 dont nous avons parlé, 31 mètres cubes par tonne. Il s'agit d'un quartier de 700 tonnes de production journalière. Sauf un autre cas, où l'on trouve comme débit moyen 12 m³/tonne (chantier de 850 tonnes) toutes les autres expériences de Campine ont donné moins de dix mètres cubes par tonne extraite.

3° Notre classification des mines au point de vue du grisou, qui a été forcément un peu faite au sentiment, s'est trouvée confirmée dans les grandes lignes par ces longs et nombreux essais.

Cependant certains chantiers de mines encore non classées ont donné des quantités faibles de grisou, invisibles à la lampe, mais appréciables à l'analyse (1). D'autre part, certains travaux de mines grisouteuses ont été trouvés absolument sans grisou.

4° Les quantités importantes de grisou débitées par certains chantiers seraient difficilement explicables par le seul jeu de l'adsorption par le charbon visible. Ces dernières années, les études de M. Coppens nous avaient incliné à croire que le pouvoir adsorbant de la houille suffisait à expliquer le mode de gisement du grisou dans nos couches. Les quantités adsorbées à 0° et à la pression

(1) En pratique, une mine reste non classée jusqu'à ce qu'un incident révèle la présence du grisou.

ordinaire (de 5 à 9 m³ à la tonne) permettaient de supposer que, sous pression, les quantités adsorbées seraient de l'ordre des plus fortes émissions gazeuses relevées dans les chantiers.

Or, M. Coppens a commencé — et il poursuit — des expériences sur le pouvoir adsorbant de la houille pour le méthane à des pressions pouvant aller jusque 200 atm. Les résultats acquis à ce jour montrent que les quantités adsorbées augmentent rapidement d'abord, jusque vers 50 atm. pour donner lieu à un maximum vers 70 atm. Ce maximum était de l'ordre de 20 m³ à la tonne pour un charbon à 30 % de matières volatiles qui a été étudié. L'ordre de grandeur serait de 30 m³ pour un charbon anthraciteux (1).

Il faudrait donc admettre qu'un autre phénomène que l'adsorption doit intervenir pour rendre compte des formidables débits trouvés dans certains chantiers en 1934. La grande mobilité des masses grisouteuses, que nous avons signalée plus haut, montre d'autre part qu'il ne faut pas tenir compte seulement du pouvoir adsorbant du charbon que l'on voit, car celui-ci n'intervient que pour une partie du dégagement grisouteux.

Ne concluons donc pas trop vite.

La question reste à l'étude.

Remarquons encore que, dans un siège donné, il y a généralement des chantiers à grand dégagement et d'autres très peu grisouteux; aussi les chiffres records donnés précédemment pour des chantiers ne se rencontrent-ils pas pour l'ensemble d'un siège.

Rappelons qu'en Belgique le classement des mines à grisou se fait par siège, la partie la plus dangereuse des

(1) Nous espérons pouvoir donner, dans le rapport sur 1935, le résultat de ces expériences intéressantes.

travaux du siège déterminant la catégorie de classement.

Les mines réputées sans grisou sont non classées : les mines de première catégorie sont peu grisouteuses, les mines de deuxième catégorie, franchement grisouteuses ; les mines de troisième catégorie sont sujettes à dégagements instantanés.

Afin de donner des renseignements d'ensemble, nous avons établi deux tableaux récapitulatifs. Le premier donne, centralisées par bassin et par catégorie de mines, les quantités moyennes de grisou dégagées par tonne, en écartant cependant les chantiers de moins de 75 tonnes par jour, considérés comme anormaux sous ce rapport spécial du dégagement gazeux.

Chantiers de plus de 75 tonnes :

*Quantités moyennes de grisou dégagées
par tonne extraite :*

Régions minières	Mines non classées	Première catégorie	Deuxième catégorie	Troisième catégorie
Mons	3.98	2.5	18.4	48.24
Centre.	—	10.70	27.8	44.20
Charleroi	3.00	13.9	43.2	73.15
Namur (1)	—	8.06	—	—
Liège	—	19.11	18.05	—
Campine	—	7.15	—	—

Le second tableau donne les quantités de méthane dégagées *par siège*, et le chiffre moyen par tonne d'après l'extraction du siège lors des expériences.

Ce tableau est également dressé par bassin et par catégorie de classement. Les sièges d'extraction sont indiqués par un numéro de repère.

(1) Sous cette rubrique administrative sont rangées certaines mines formant la partie orientale du bassin de Charleroi, situées sur le territoire de la province de Namur.

Quantités de grisou dégagées par siège :

BASSIN DE MONS.

Sièges	Quantités de grisou en m ³ dégagées par 24 heures par tonne extraite	
Mines non classées :		
1	0	0
2	4.315,5	2,66
3	1.421,6	1,98
4	573.7	0,31
Totaux et moyennes	6.310,8	1,2
Mines de première catégorie :		
5	794,9	1,17
Mines de deuxième catégorie :		
6	17.735,8	55,1
7	13.219,2	114,9
8	7.275,8	17,96
9	6.326,6	22,67
10	1.348,2	5,94
11	2.607,3	3,21
12	2.971,3	3,21
13	16.235,7	34,25
14	7.020,9	11,21
15	10.926,1	8,16
Totaux et moyennes	85,666,9	15,5
Mines de troisième catégorie :		
16	21.337	33,44
17	49.559,1	107,73
18	3.195,5	8,73
19	10.938,85	35,17

Sièges	Quantités de grisou en m ³ dégagées	
	par 24 heures	par tonne extraite
20	18.585,50	33,80
21	22.454	58,32
22	24.100,80	48,20
23	44.950	64,21
24	0 (1)	0
25	0 (1)	0
26	7.371,6	14,6
Totaux et moyennes	202.492,35	40,7

BASSIN DU CENTRE.

Mines de première catégorie :

27	10.542,5	15,0
28	0	0
29	0	0
30	1.945	3,08
31	0	0
32	0	0
33	1.114,6	3,1
34	1.423,0	4,45
35	163,3	0,27
36	7.591,1	18,0
37	0	0
38	5.318,8	28,4
39	5.981,5	13,1
40	1.220,8	1,74
41	10.180,8	18,95
42	11.163,2	10,63
Totaux et moyennes	56,644,6	6,60

(1) En mai-juin 1935, ces sièges dégagent au contraire de notables quantités de grisou.

Sièges	Quantités de grisou en m ³ dégagées	
	par 24 heures	par tonne extraite
Mines de deuxième catégorie :		
43	6.730,6	16,61
44	14.586,1	16,73
45	14.340,7	36,40
46	1.440,1	2,14
47	0	0
48	421,9	42,19
Totaux et moyennes	37.519,4	14,2

Mines de troisième catégorie :

49	18.485,0	67,20
50	30.176,9	43,40
Totaux et moyennes	48,661,9	50,20

BASSIN DE CHARLEROI.

Mines non classées :

51	0	0
52	0	0
53	4.431,9	5,9
Totaux et moyennes	4.431,9	3,8

Mines de première catégorie :

54	3.489,3	12,9
55	5.358,1	6,12
56	867,7	2,35
57	3.200,6	8,65
58	742,9	1,85
59	4.327,3	12,36
60	2.414,4	9,65
61	19.388,8	36,24

Sièges	Quantités de grisou en m ³ dégagées	
	par 24 heures	par tonne extraite
62	677,4	3,6
63	567,9	8,1
64	1.050,3	5,1
65	2.341,2	8,48
66	7.484,4	12,60
67	3.710,5	5,24
68	4.448,6	20,22
69	3.118,5	10,96
70	1.530,3	7,7
71	5.669,5	29,2
72	20.587,4	27,0
73	2.647,8	7,1
74	8.136,4	15,64
75	1.059,4	4,50
76	4.908,2	8,9
77	1.881,1	5,22
78	1.658,9	3,68
79	10.415,5	20,50
Totaux et moyennes	121.682,4	12,3

Mines de deuxième catégorie :

80	7.741,5	29,77
81	751,2	1,50
82	14.215,1	25,90
83	6.512,9	12,57
84	10.258,5	20,93
85	3.122,5	11,80
86	35.847,6	66,38
87	44.151,4	70,24
88	6.870,5	42,10
89	22.475,1	103,10
90	8.077,6	54,58
91	46.024,1	89,54
92	27.378,4	89,47

Sièges	Quantités de grisou en m ³ dégagées	
	par 24 heures	par tonne extraite
93	20.543,3	65,40
94	31.987,7	53,94
95	12.538,7	30,50
96	2.762,0	15,26
97	14.133,7	45,59
98	8.092,6	44,96
99	6.507,7	19,66
100	319,7	0,69
101	11.964,2	97,27
102	10.242,7	38,50
103	16.629,7	26,35
104	34.024,8	41,44
105	16.215,4	63,60
106	8.570,8	11,29
107	20.410,3	31,84

Totaux et moyennes 448.369,7 39,4

Mines de troisième catégorie :

108	11.992,4	71,9
109	6.829,6	18,5
110	38.796,8	79,66
111	38.954,3	115,20
112	26.231,0	177,00
113	48.895,3	104,25
114	38.987,0	72,87
115	13.386,8	46,16
116	13.798,0	31,10

Totaux et moyennes 237.871,2 81,7

BASSIN DE NAMUR (Partie orientale de Charleroi).

Mines de première catégorie :

117	2.909,1	5,91
118	3.447,1	6,27
119	1.149,1	2,90

Totaux et moyennes 7.505,3 5,2

Sièges	Quantités de grisou en m ³ dégagées	
	par 24 heures	par tonne extraite
BASSIN DE LIEGE:		
Mines non classées :		
120	109,3	2,6
Mines de première catégorie :		
121	1.776,1	5,27
122	18.956,7	31,40
123	1.546,0	4,22
124	159,2	0,35
125	292,4	1,31
126	13.074,7	32,18
127	31.832,9	62,66
128	20.237,5	40,50
129	10.923,3	31,60
130	2.322,0	6,63
131	418,9	1,45
132	3.072,7	6,93
133	10.258,9	21,10
134	2.462,0	49,00
135	3.566,2	3,60
136	410,2	2,10
137	493,9	1,91
Totaux et moyennes		121:803,6
		16,4

Mines de deuxième catégorie :

138	5.208,1	9,68
139	4.745,3	15,70
140	1.801,7	6,40
141	2.959,4	13,10
142	5.523,6	23,30
143	9.711,6	22,80
144	7.933,4	30,90
145	7.868,2	2,01
146	20.814,4	39,10
147	13.450,8	26,90

Sièges	Quantités de grisou en m ³ dégagées	
	par 24 heures	par tonne extraite
148	12.864,6	23,40
149	8.660,1	21,20
150	3.060,0	10,60
151	5.175,8	18,30
152	5.820,9	22,80
153	2.217,5	6,90
154	9.254,8	30,30
155	14.505,8	33,50
156	5.089,6	11,96
157	87,6	0,23
158	6.053,8	12,60
159	8.878,2	35,50
160	2.413,9	7,50
161	6.375,8	15,70
162	3.019,8	8,90
163	15.109,0	16,40
164	8.180,6	9,75
165	4.429,4	16,80
166	1.131,1	5,10
Totaux et moyennes		202.344,8
		17,8

BASSIN DE LA CAMPINE

Mines de première catégorie :

167	2.794,9	1,1
168	2.628,3	0,78
169	13.458,1	3,90
170	49.807,7	12,54
171	14.224,2	3,76
172	9.443,5	4,61

Totaux et moyennes 92.356,7 7,0

LE ROYAUME :

Toutes catégories 1.674.565,75 19,2

VI. — PROPAGANDE DE LA SECURITE.

Grisoumétrie :

L'année 1934 a été particulièrement affectée à la question de la grisoumétrie. Vingt journées de vulgarisation avec démonstrations et analyses non seulement sur des mélanges préparés à l'Institut, mais sur des échantillons d'air de retour prélevés dans les mines ou apportés par les visiteurs, ont fait défiler dans nos laboratoires les ingénieurs du Corps des Mines, les délégués à l'inspection des mines, des ingénieurs des divers bassins, de nombreux conducteurs, chefs porions et porions (plus de 550 visiteurs).

A chacun des visiteurs était remise une petite notice polycopiée, relatant tout ce qu'il est indispensable de connaître au sujet de la détection à la lampe et de l'analyse du grisou par les procédés simples à la portée de tous les charbonnages.

La Fédération des Associations Charbonnières nous avait prêté son concours pour la confection en nombre voulu de ces notices. Il en fut distribué plus de 600.

Postérieurement, faisant droit à une demande de M. le Directeur Général des Mines, nous avons fait imprimer ce travail en une brochure de propagande, rédigée dans les deux langues nationales : « Quelques mots sur la détection et l'analyse du grisou ».

Plus de 2.300 de ces brochures ont été distribuées ou vendues.

Il y a lieu d'espérer dans les fruits de cette propagande dont l'opportunité n'est pas douteuse.

La deuxième édition du « Mot aux boutefeux », autre tract de propagande, a encore été demandée cette

année: plus de six cents exemplaires ont été distribués ou vendus.

Les visites éducatives suivantes ont encore eu lieu, en plus de celles plus spécialement réservées à la grisoumétrie citées plus haut :

Les élèves et professeurs des Cours d'Exploitation des Mines des écoles provinciales du Hainaut;

Les élèves ingénieurs des mines de l'Université Libre de Bruxelles et leur professeur, M. Dupret.

Les membres du Cercle Franklin d'Houdeng-Goegnies; Groupes de mineurs sous la conduite de M. Cayet, délégué à l'inspection des mines.

Signalons enfin certaines des visites de collègues étrangers :

Du Corps des Mines de France : M. l'Inspecteur général Leprince-Ringuet, MM. Ganière et Friedel, Ingénieurs en chef des Mines; MM. Ricard, Borgeaud, Vieux, Ingénieurs au Corps des Mines; Armanet, Professeur d'Exploitation à Saint-Etienne;

M. Champy, Directeur général des Mines d'Anzin;

Des élèves de l'Ecole Nationale des Mines de Paris, à deux reprises;

Des élèves de l'Ecole des Mines de Nancy, à deux reprises;

M. Masterton, Ingénieur des Mines, envoyé par Sir H. Walker, H. M. Chief Inspector of Mines;

Les membres de la Commission espagnole du grisou :

a) M. Luis Gamir y Espina, Président;

b) M. Adriano Garcia Lorggorie, Ingénieur;

c) M. Pedro Laine, Ingénieur en chef.

MM. Sano, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université de Tokio, accompagné de M. Legraye, Professeur à l'Université de Liège.

Les visites de personnalités étrangères, outre qu'elles nous apportent un témoignage de sympathie pour nos efforts, nous sont précieuses, car elles nous fournissent presque toujours des renseignements utiles, des manières de voir différentes, des observations dont nous pouvons faire notre profit.

Question des poussières charbonneuses en Campine.

Signalons encore, sous cette rubrique de la propagande de la Sécurité, la conférence donnée, d'accord avec le Directeur général des Mines et l'Ingénieur en chef d'Arrondissement, aux exploitants de ce bassin pour mieux faire connaître le danger des poussières et les moyens d'y parer. Les Charbonnages de Campine, devant d'ailleurs toute réglementation, ont commencé à pratiquer la neutralisation des poussières par schistification. L'Institut poursuit des études sur les divers charbons et sur les matières utilisées pour la neutralisation.

VII. — DIVERS.

Tuyau flexible pour l'air comprimé avec mise à la terre.

L'Institut a déjà fait connaître les tuyaux dénommés « Ex-watt » de la firme Jenatzy. (Voir Rapport sur les travaux de 1933, *Annales des Mines*, 1934, première livraison, pp. 44-45.)

Dans le cours de l'année 1934, il a examiné un type de tuyau utilisé par un Charbonnage de Campine, dans lequel un fil d'acier très solide est placé à l'intérieur du flexible et raccordé par crochets aux parties terminales métalliques mais en formant à proximité de celles-ci un enroulement en spirale: cet enroulement est une réserve d'allongement évitant la rupture du fil lorsque le tube

s'allonge par enroulement. Ce dispositif est efficace pour supprimer toute accumulation de charges électriques. Il reste à voir s'il supporte victorieusement l'épreuve des travaux du fond.

Gaz dégagés par un incendie souterrain.

Nous avons eu l'occasion, à la demande de M. l'Ingénieur en chef des Mines Niedereau, Directeur du premier Arrondissement des Mines, de suivre l'évolution de la composition de l'atmosphère en arrière du barrage amont isolant un quartier où un incendie, très localisé, s'était produit.

Le barrage était fait assez loin des fronts de taille. La teneur en CO n'a jamais dépassé 1 %; elle s'annula environ soixante jours après l'incendie; celle en CO², qui était dans les premiers jours de 4 à 6 %, est très rapidement tombée à 3 %, puis à moins de 2 %.

Le chantier était grisouteux; quatre jours après la fermeture, la teneur en CH₄ atteignait 48 %; elle augmenta rapidement, atteignit 80 % dès le douzième jour et se maintint à peu près constante entre 80 et 90 %. Elle était de 87,67 % quatre mois après l'incendie au moment où l'on décida la réouverture du chantier, tout au moins pour refaire des barrages plus près des fronts.

Cette réouverture s'effectuait dans des conditions favorables, le barrage étant voisin d'un important circuit d'aérage et permettant la manœuvre des vannes en restant dans le courant d'air. Elle se faisait d'ailleurs en l'absence de tout autre personnel que les préposés à l'ouverture.

Pendant les dix premières heures, le dégagement de grisou fut tel que la teneur du courant d'air (16 m³/sec.), où le gaz était noyé dès sa sortie, se maintint entre 6 et

7 %. Cette teneur tomba rapidement à 3 % puis resta aux environs de 2 % après 48 heures.

Le CO était absent.

Etude sur une soi-disant inflammation de grisou par étincelles de pic à main.

Un ouvrier d'un Charbonnage voisin de l'Institut avait déclaré avoir vu le grisou s'enflammer sous un coup de pic qu'il donnait sur un des rognons pyriteux fréquents dans une intercalation stérile entre deux sillons de charbon. Immédiatement, du grisou fut prélevé par sondage dans l'intercalation en cause. L'analyse donna : CH_4 : 94,98 ; CO_2 : 1,30 ; C_2H_6 : 1,32 ; H_2 : néant, c'est-à-dire, la composition normale des grisous de la région.

Nous reçûmes à l'Institut les concrétions pyriteuses dénommées localement « bouquiaux ». A la meule, ces bouquiaux donnent des gerbes importantes d'étincelles. Sous le choc du marteau, on obtient parfois des étincelles brillantes lorsque l'outil détache des cristaux de pyrite plus importants.

Nous avons essayé en vain d'enflammer le grisou en projetant des gerbes nourries d'étincelles arrachées par la meule aux bouquiaux. Certaines étincelles paraissent plus brillantes.

Au contraire, ces étincelles enflamment le gaz d'éclairage.

Tout cela est normal et confirme des milliers d'expériences faites antérieurement. Il est vraisemblable qu'il n'y a pas eu inflammation ; probablement l'ouvrier, effrayé en voyant une étincelle plus forte que les autres, aura-t-il fermé l'œil partiellement, produisant un effet de diffraction, qui lui a fait apparaître l'étincelle sous des dimensions plus grandes : il a cru à une inflammation. Aucune trace de combustion quelconque n'a pu être relevée.

VIII. — RECHERCHES
PATRONNEES PAR LE FONDS NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (1).

*Pouvoir adsorbant du charbon par le grisou
aux fortes pressions.*

Comme nous l'avons déjà dit l'an dernier, la question de la composition du grisou, désormais vidée, est passée au second plan pour faire place à l'étude du mode de gisement du grisou dans nos couches.

L'adsorption étant encore l'hypothèse rendant le mieux compte des faits observés, le pouvoir adsorbant des diverses houilles pour le grisou a d'abord été étudié à 0° et à la pression ordinaire ; il fallait poursuivre ces études par la détermination du pouvoir adsorbant sous pression.

L'établissement du dispositif d'expérimentation a pris une notable partie de l'année.

Le dispositif exige :

1° Une source de grisou pur (méthane). Utilisant notre outillage et les moyens mis en œuvre pour l'analyse des grisous, M. Coppens tire le méthane pur par liquéfaction du grisou naturel de la station préalablement comprimé en bonbonne à 150 K° environ.

2° Un dispositif permettant d'emmagasiner le grisou purifié à des pressions allant jusqu'à 200 K°. En l'occurrence, le grisou purifié est liquéfié à nouveau dans une bombe plongée dans l'air liquide ; la bombe étant fermée, on peut, rien qu'en laissant revenir l'appareil à la température ordinaire, et d'après le volume de grisou liquide

(1) C'est pour nous un agréable devoir d'exprimer ici toute notre gratitude au Fonds National pour sa généreuse intervention.

recueilli dans la bombe, avoir le grisou sous une pression atteignant 200 atmosphères.

3° Une autre bombe où se trouve le charbon à examiner : on la met en communication avec la bombe ci-dessus, l'adsorption se produit à telle pression que l'on veut étudier. Après isolement de cette seconde bombe, on mesure ensuite, par aspiration, le volume de grisou qui avait été fixé par adsorption.

Ces opérations sont longues, méticuleuses, exigent un grand soin; les moindres erreurs d'observation, dans les hautes pressions par exemple, donnent des mécomptes.

Il est trop tôt de parler encore de résultats. Il semble cependant, comme nous l'avons laissé sous entendre plus haut, que les quantités adsorbées à forte pression ne sont pas assez importantes pour expliquer, du seul fait de l'adsorption, la présence des fortes émissions gazeuses trouvées dans certains chantiers; cependant, nos nombreuses expériences de 1934 ont montré qu'une part importante du grisou dégagé se fait jour au dehors du front même exploité; il provient donc non seulement du charbon que nous voyons, mais d'autres massifs que nous n'atteignons pas. Nous pouvons donc avoir des quantités beaucoup plus fortes que les limites que semblerait imposer le pouvoir adsorbant de la couche déhouillée.

Thermolyse des houilles.

Une autre étude forme la suite logique des travaux sur le pouvoir adsorbant. A la suite des résultats obtenus et des hypothèses émises par M. Coppens, il importait de faire l'étude de ce que nous appellerons la thermolyse des houilles : c'est la détermination qualitative et quantitative des produits gazeux dégagés par une houille sous une chauffe par étapes ne dépassant pas 300°. Il

n'est pas absurde de supposer que ces températures ont pu être mises en cause lors des plissements géologiques; ce travail permet donc de se rendre compte, dans une certaine mesure, de l'évolution des combustibles et des raisons de leur différence au point de vue pouvoir adsorbant.

Un four électrique, construit à l'Institut, permet de traiter simultanément deux charbons, de maintenir telle température voulue pendant des temps déterminés, de recueillir les gaz produits à chaque palier, etc.

Ces opérations sont extrêmement lentes, à cause des nombreuses analyses que comporte chaque étude d'un échantillon de charbon.

Deux échantillons représentant les extrêmes de nos combustibles nationaux (anthracite à 8 % de matières volatiles, charbon à gaz à 35 %) ont déjà été étudiés.

Il est prématuré d'en tirer des conclusions.

L'annexe II du présent rapport donne, sur les deux sujets que nous venons d'indiquer, des détails plus complets.

IX. — 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.

INSTITUT NATIONAL DES MINES
A FRAMERIES-PATURAGES

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1934

ANNEXE I

Etude sur les exposeurs

PAR

ADOLPHE BREYRE,

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

ET

JOSEPH FRIPIAT,

Ingénieur principal des Mines,
Attaché à l'Institut.

INTRODUCTION

La présente étude fait suite aux recherches antérieures entreprises sur le tir simultané depuis 1930, recherches dont nous rappellerons brièvement l'enchaînement.

Nous avons d'abord montré (rapport 1931) par nos essais effectués tant à la galerie artificielle de Pâturages qu'à la galerie au rocher de Colfontaine que le tir simultané n'était pas à interdire du point de vue de la sécurité.

En même temps, des essais pratiques effectués de 1930 à 1932 dans les mines du pays de Charleroi sous la surveillance spéciale de M. Lefèvre, Ingénieur au Corps des Mines, ont montré que le tir simultané en coupage

de voies présentait de réels avantages sans comporter aucun inconvénient majeur.

Cependant, le tir simultané comporte, avec l'augmentation du nombre de mines par volée, un risque croissant de ratés qu'il faut étudier de près en vue de mieux établir les règles de prévention.

Nous avons été ainsi amenés à étudier l'an dernier les amorces et détonateurs fabriqués en Belgique et à déterminer leurs caractéristiques en fonction de l'intensité du courant de tir.

Notre étude se poursuit logiquement par les autres éléments des circuits: les exposeurs et les canalisations. Ce sont les exposeurs qui ont été spécialement étudiés en 1934.

* * *

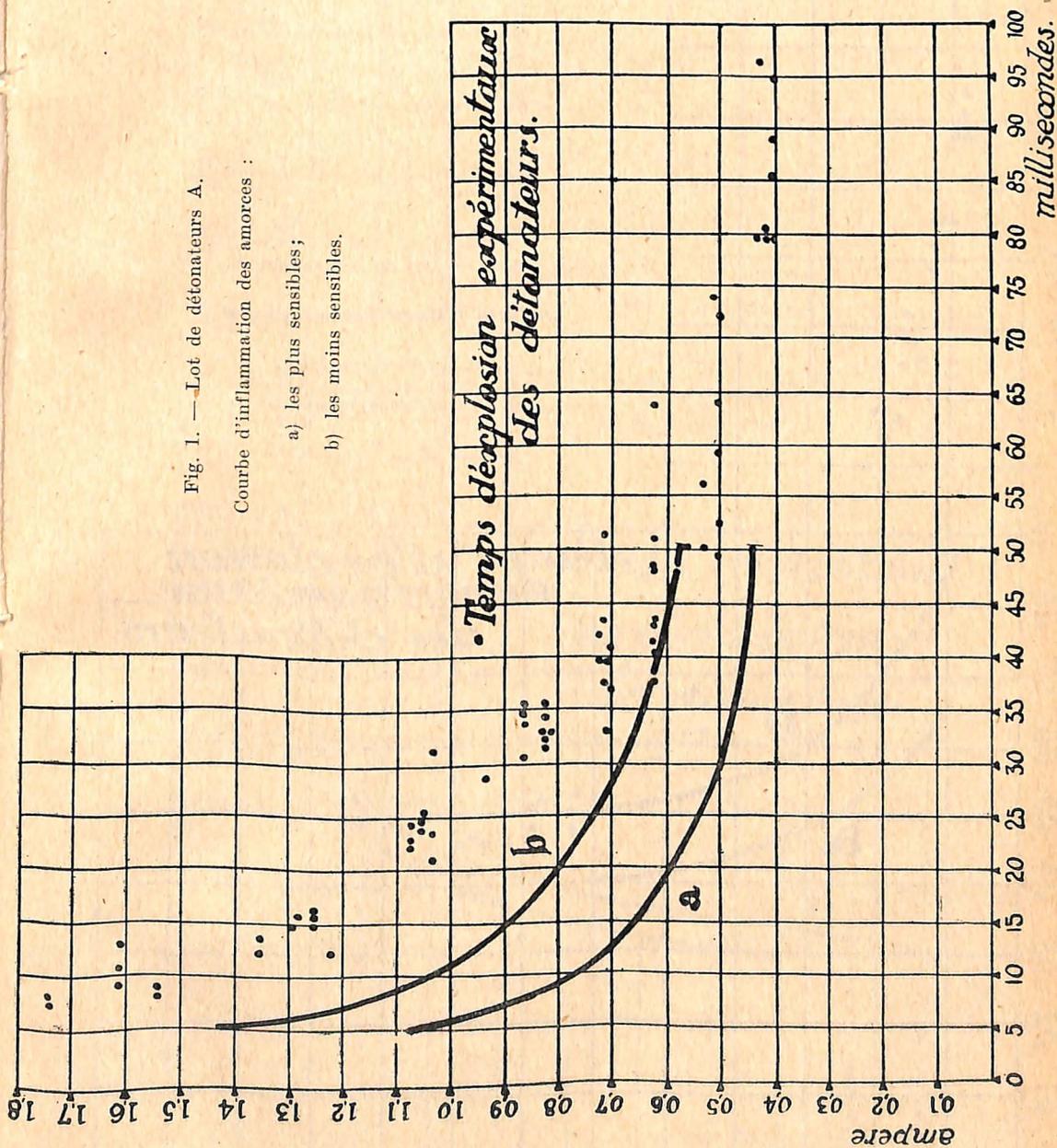
Pour mieux situer notre étude, rappelons en deux mots les conclusions de nos recherches sur les amorces et détonateurs.

Nous reproduisons à cette fin (fig. 1 à 3), les graphiques représentant la succession dans le temps des deux phénomènes suivants: inflammation de la poudre d'amorce et rupture du pont en fil de platine, celle-ci coïncidant avec l'explosion du détonateur (1).

Nous avons conclu qu'un courant d'un ampère minimum constitue la limite sous laquelle, avec les amorces belges, il convient de ne pas descendre pour éviter les ratés. Cette intensité est celle d'un courant continu et constant fourni par une batterie d'accumulateurs.

Au cours de nos recherches, nous avons utilisé, en effet, une source de ce genre dont le débit était réglé par une résistance variable de valeur assez élevée.

(1) Ces graphiques ont déjà figuré aux pages 87, 89 et 90 du Tome XXXV, 1934, des « Annales des Mines de Belgique ».



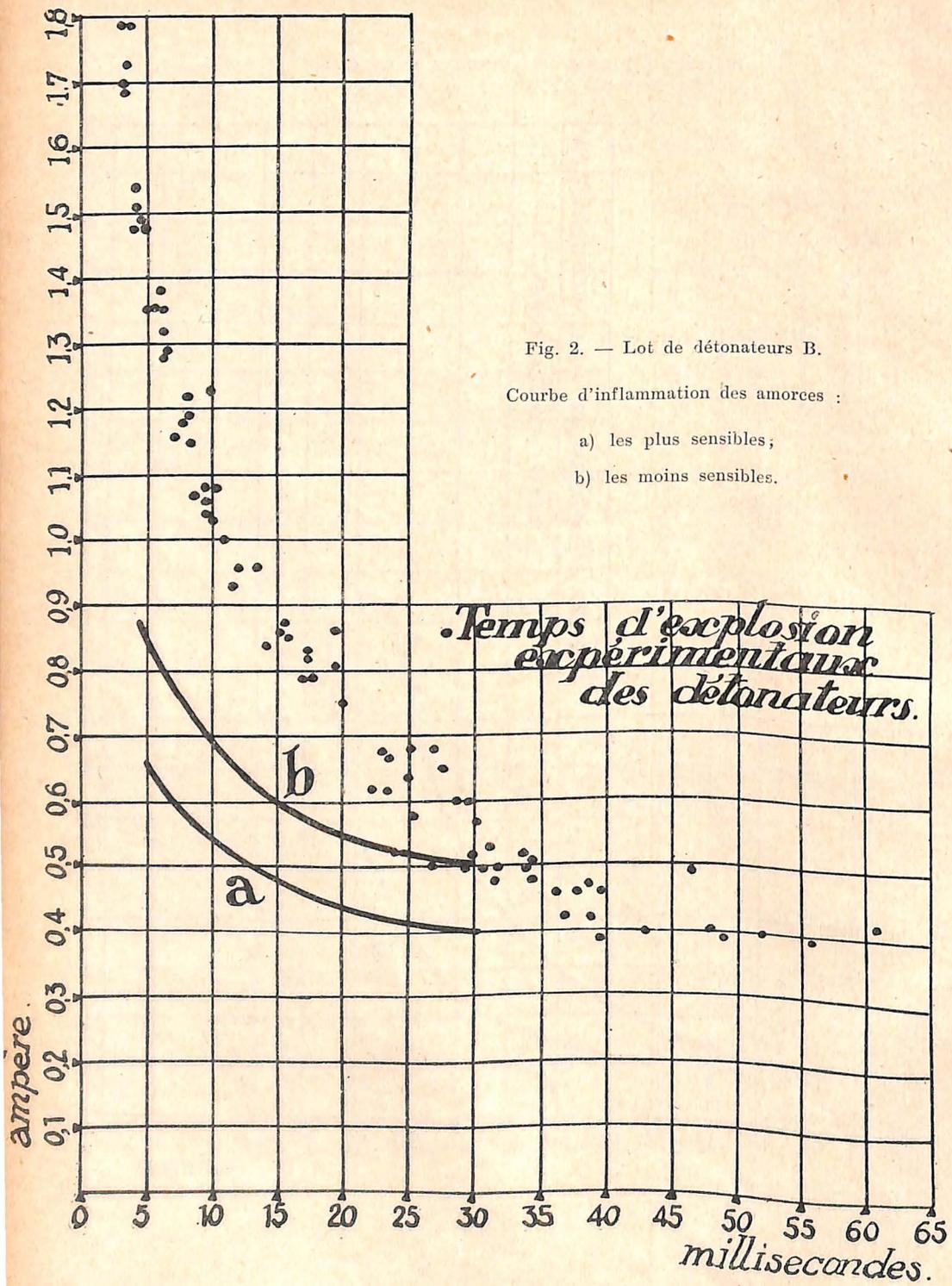


Fig. 2. — Lot de détonateurs B.
Courbe d'inflammation des amorces :

- a) les plus sensibles;
b) les moins sensibles.

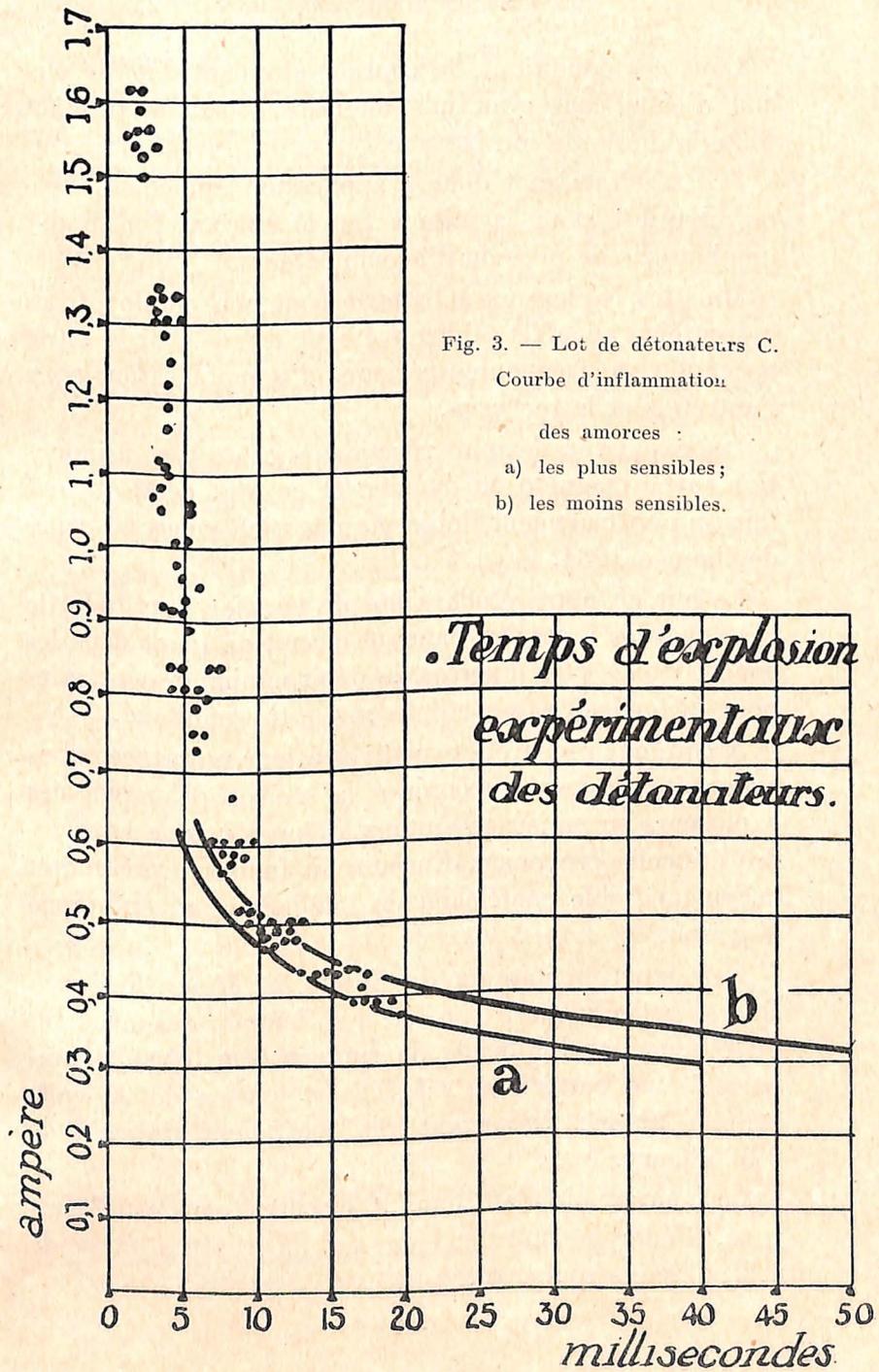


Fig. 3. — Lot de détonateurs C.
Courbe d'inflammation

- des amorces :
a) les plus sensibles;
b) les moins sensibles.

Dans ces conditions, le courant circulant dans le circuit d'essai conservait une intensité constante pendant toute la durée de son passage.

Nos résultats sont donc d'application immédiate lorsqu'on utilise pour la mise à feu le courant fourni par une batterie de piles ou d'accumulateurs.

Mais les explosifs à batterie sont peu employés; ils présentent, en effet, l'inconvénient d'être lourds et de nécessiter de fréquentes périodes d'immobilisation pour l'entretien et la recharge.

Les explosifs les plus répandus sont du type à induction, avec magnéto ou dynamo et ce sont ceux qui ont fait tout spécialement l'objet de nos recherches au cours de l'année 1934.

Le but de notre étude a été de vérifier l'aptitude de ces appareils à assurer dans un circuit de tir et dans les conditions les plus diverses, le débit minimum nécessaire pour éviter les ratés surtout dans le tir simultané.

A côté des recherches relatives à leur puissance, nous avons été amenés à examiner la sécurité d'emploi des explosifs en milieu grisouteux. Rappelons que la moindre étincelle provenant d'un circuit inductif, présentant même un faible coefficient de self-induction, enflamme le grisou.

Les expérimentateurs du *Safety in Mines Research Board* sont parvenus, en effet, à enflammer des mélanges grisouteux par l'étincelle de rupture d'un circuit comportant une batterie de piles d'une tension de 90 volts et une bobine présentant un coefficient de self de 0,095 henry.

Le courant circulant dans le circuit étant de 0,2 ampère, l'énergie mise en jeu par la rupture était de 1,9 millijoule seulement.

Dans une recherche que nous avons faite en 1930 avec un outillage un peu sommaire, sur le danger des sonneries électriques, nous avons obtenu également des inflammations alors que l'énergie contenue dans la self était de 22 millijoules.

La tension d'alimentation et l'intensité étaient respectivement de 5,6 volts et de 0,84 ampère.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer à la page 171 du Rapport annuel sur les travaux de 1931 (voir tome XXXIII des *Annales des Mines de Belgique*), un explosif ne présentera toute sécurité vis-à-vis du grisou que s'il est pourvu d'une enveloppe antidéflagrante analogue à celle d'un appareil électrique ordinaire. Cette question est redevenue d'actualité à la suite d'une inflammation de grisou survenue au cours de l'année 1934 et qui s'était amorcée à l'intérieur même d'un explosif dont l'enveloppe n'était pas parfaitement étanche. Ces considérations montrent que la réalisation des explosifs doit répondre à des prescriptions du même genre que celles en vigueur pour la construction des appareils électriques antidéflagrants (1).

Cependant, vu la capacité relativement faible des enveloppes d'explosifs, il nous a paru exagéré de leur appliquer les règles adoptées dès 1927 par l'*Institut National des Mines* et étudiées spécialement pour le gros matériel électrique.

L'application de ces prescriptions dans la réalisation des explosifs conduirait, en effet, à des appareils fort lourds et encombrants à cause des dimensions exagérées des assemblages. Ces dimensions peuvent être réduites étant donné le faible volume des enveloppes, dont une bonne partie est, de plus, occupée par le mécanisme.

(1) L'agrégation préalable des explosifs existe d'ailleurs depuis un certain temps déjà dans divers pays étrangers.

Il était donc intéressant de rechercher jusqu'à quel point on pouvait réduire les dimensions des assemblages tout en conservant une marge de sécurité suffisante.

Nous diviserons par conséquent notre travail de la manière suivante: nous exposerons d'abord nos recherches expérimentales sur les dimensions à donner aux assemblages des enveloppes d'exploseurs pour assurer leur étanchéité vis-à-vis d'une explosion interne de grisou; nous rendrons compte de nos recherches sur le fonctionnement et la puissance des exploseurs; c'est en somme le nœud de notre étude sur les exploseurs. Après avoir étudié les exploseurs neufs qui nous ont été soumis par les constructeurs, nous mentionnerons nos constatations sur certains exploseurs usagés que nous avons eu à examiner au cours de l'exercice (1).

I. — RECHERCHES SUR LES DIMENSIONS A DONNER AUX JOINTS DES ENVELOPPES DES EXPLOSEURS.

Ces recherches ont porté sur les joints habituellement utilisés pour l'assemblage des enveloppes, c'est-à-dire le joint plat dressé, le joint à simple emboîtement, le joint à double emboîtement.

(1) Les détonateurs et exploseurs ont déjà fait l'objet de recherches importantes. Citons notamment :

- a) Note sur le tir électrique par MM. Taffanel, Dautriche, Durr et Perrin, « Annales des Mines de France », 1er et 2^d trimestres 1919;
- b) Electrical exploders for shot-firing in Coal mines. Rapport d'une sous-commission du Safety in Mines Research Board. Paper 11 du S. M. R. B.;
- c) Electric shot-firing in mines, par MM. Isley et Hooker. Bulletin 240 du Bureau of Mines;
- d) Ueber elektrische Zünder, par M. Drekopf, Directeur des laboratoires de la station de Dortmund-Derne. Zeitschrift für das gesamte schiess und sprengstoffwesen, année 1931, pp. 181 à 408;
- e) Untersuchungen über den zündvorgang in electrischen brücken-zündern, par M. Drekopf. Zeitschrift für das gesamte schiess und sprengstoffwesen, année 1934, pp. 1 à 74;
- f) Simultaneous shot-firing. Rapport d'une sous-commission du Safety in Mines Research Board. Paper 85 du S. M. R. B.

Nous avons négligé les traversées d'axe qui généralement sont réalisées à l'instar de celles qu'on rencontre dans les appareils électriques ordinaires et qui, pour cette raison, sont d'une étanchéité éprouvée.

Dans toutes nos expériences, nous n'avons visé évidemment que les boîtiers entièrement métalliques.

Nous n'avons donc fait aucune recherche spéciale sur les enveloppes de bois qui, à notre avis, sont à proscrire. Il est très difficile, en effet, de réaliser et surtout de maintenir, dans des enveloppes de l'espèce, des assemblages précis et parfaitement échanches, par suite du retrait du bois notamment. Ces enveloppes en bois ne sont d'ailleurs pas assez solides pour les manipulations du fond. À titre d'exemple, à la suite de l'inflammation rappelée ci-avant, nous avons examiné l'exploseur en cause: il était pourvu d'une enveloppe formée de planches de 1,5 cm. d'épaisseur. L'une des parois latérales s'assemblait suivant un joint plat de 1,5 centimètre de largeur et était maintenue par de petites vis de cuivre. Cette paroi ayant été légèrement disjointe, nous avons constaté qu'une inflammation amorcée à l'intérieur de l'exploseur se propageait à l'extérieur alors que le baillement du joint d'assemblage n'était que de 1,3 mm., ce qui est bien peu eu égard aux contractions et gonflements d'une matière sensible à l'humidité.

Nous ne considérerons donc que les boîtiers métalliques.

Mode opératoire. — Pour étudier la sécurité des différents joints d'assemblage, nous les avons essayés sur une capacité de 2,9 litres, volume du même ordre que le vide maximum rencontré dans les plus grands exploseurs.

Cette capacité consistait en un cylindre en bronze (A) (voir fig. 4) de 120 mm. de diamètre et 255 mm. de

longueur. Ce cylindre, pourvu d'un seul fond, était fermé par un couvercle amovible (B) dont l'assemblage constituait le joint à expérimenter.

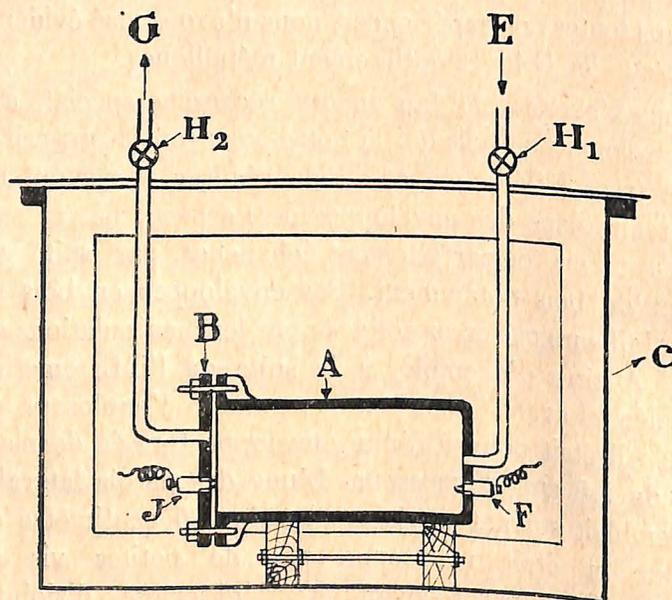


Fig. 4.

L'appareil était placé à l'intérieur d'une cuve métallique (C) pourvue d'une glace, dans laquelle deux tuyaux perforés — non représentés au croquis — amenaient un mélange inflammable d'air et de méthane. Une partie de ce mélange était envoyée dans le cylindre par le tuyau (E). Le mélange s'échappait du cylindre en partie par le joint d'assemblage, en partie par le tuyau (G).

Après avoir fermé les robinets H_1 et H_2 , on provoquait l'inflammation dans le cylindre, soit près du joint d'assemblage par la bougie J placée sur le couvercle, soit près du fond du cylindre par la bougie F.

Pour chaque joint expérimenté, nous avons recherché jusqu'à quel point on devait écarter le couvercle pour

qu'il y ait propagation de l'inflammation à l'atmosphère ambiante. Ce procédé nous donnait donc la marge de la sécurité affectant chaque assemblage.

Nous donnons ci-après les constatations auxquelles nos expériences ont donné lieu.

RÉSULTATS OBTENUS

Joint dressé de 4 m^{m} de largeur

Nous donnons dans la figure 5 une coupe de cet assemblage.

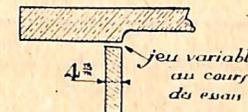


Fig. 5.

Jeu	Point d'allumage	Teneur en méthane %	Nombre d'essais	Constatations
2 mm.	J	9	4	Propagation à chaque essai
id.	F	9	1	Propagation
1,5 mm.	J	6	4	Pas propagation
id.	J	$8 \frac{3}{4}$	4	Propagation à 3 essais, due probablement à l'échauffement du cylindre
id.	J	$11 \frac{1}{4}$	5	Pas propagation
id.	F	7	4	idem
id.	F	$7 \frac{1}{2}$	2	Propagation pour 1 essai
id.	F	$8 \frac{3}{4}$	3	Propagation pour 2 essais
id.	F	$11 \frac{1}{4}$	5	Pas propagation
1 mm.	J	$6 \frac{1}{2}$	3	idem
id.	J	$7 \frac{1}{4}$	5	idem
id.	J	9	25	idem
id.	J	$11 \frac{1}{2}$	5	idem
id.	F	$6 \frac{1}{2}$	3	idem
id.	F	$7 \frac{3}{4}$	5	idem
id.	F	9 %	22	idem
id.	F	11 %	5	idem

Joint dressé de 8^{m/m} de largeur

Voir coupe figure 6.

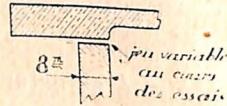


Fig. 6.

Je 1	Point d'allumage	Teneur en méthane %	Nombre d'essais	Constatations
1,5 mm.	J	6 1/2	5	Pas propagation
id.	J	7 3/4	2	Propagation à chaque essai
id.	J	8 3/4	2	idem
id.	J	10 1/4	2	idem
id.	J	10 3/4	5	Pas propagation
id.	F	7 1/2	5	idem
id.	F	8 3/4	5	idem
id.	F	9	5	idem
id.	F	11	5	idem

Emboîtement double

(jeu entre les surfaces d'emboîtement 0,2^{m/m}, hauteur d'emboîtement 1^{m/m}).

Voir coupe figure 7.

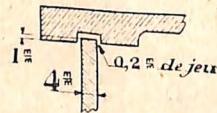


Fig. 7.

J	8 3/4	7	Pas propagation
J	9	5	idem

Emboîtement double

(jeu entre les surfaces d'emboîtement 0,5^{m/m}, hauteur d'emboîtement 1^{m/m}).

J	9	7	Pas propagation
J	9 1/4	4	idem
J	10 3/4	5	idem
J	14	5	idem
F	8 3/4	5	idem
F	9 1/4	5	idem
F	11 1/4	5	idem

Emboîtement simple

(jeu entre les surfaces d'emboîtement 0,5^{m/m}, hauteur d'emboîtement 1^{m/m}).

Voir coupe figure 8.

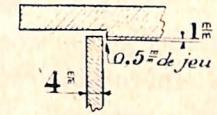


Fig 8.

Point d'allumage	Teneur en méthane	Nombre d'essais	Constatations
J	6,8	5	Pas propagation
J	8,75	5	idem
J	9,25	12	idem
J	10,25	6	idem
J	10,75	5	idem
F	6,8	5	idem
F	9,25	6	idem
F	11,25	5	idem

Emboîtement simple.

Tout à fait identique au précédent, sauf que le couvercle est déporté latéralement, ce qui porte à 1 mm. en un point, le jeu entre les surfaces d'emboîtement. Au point diamétralement opposé, le jeu entre les surfaces d'emboîtement est nul. La hauteur d'emboîtement est toujours de 1 mm.

Point d'allumage	Teneur en méthane	Nombre d'essais	Constatations
J	8,75	5	pas propagation
J	9,50	5	idem
J	10,50	6	idem
F	8,50	5	idem
F	9,50	5	idem
F	10,50	5	idem

Conclusions.

La marge de sécurité offerte par le joint de 8 mm. n'est guère supérieure à celle du joint de 4 mm. Tous deux ont laissé se propager une inflammation amorcée près du joint alors que le jeu entre les surfaces dressées était de 1,5 mm. L'allumage du mélange se faisant près du fond, le joint de 8 mm. arrête la propagation, tandis que celui de 4 mm. laisse passer la flamme.

Lorsque le jeu n'est que d'un millimètre, le joint de 4 mm. arrête toujours la flamme quelles que soient la position du point d'allumage ainsi que la teneur en méthane des mélanges.

De là on peut conclure qu'un joint dressé de 6 mm. suffit pour assurer l'étanchéité des petits boîtiers d'exploseurs d'autant plus que ces joints sont réalisés sans jeu.

Pour ce qui concerne les assemblages par emboîtement, tous ceux que nous avons expérimentés ont empêché l'inflammation intérieure de se propager à l'atmosphère ambiante, alors même que la hauteur de l'emboîtement était réduite à un millimètre.

La supériorité des joints à emboîtement est frappante. Leur emploi est particulièrement recommandable.

Nous n'avons pu déterminer la marge de sécurité de ces assemblages comme nous aurions voulu le faire, c'est-à-dire, en réduisant encore la hauteur d'emboîtement jusqu'à obtenir la propagation. Nous devons conclure que la fixation des dimensions de ces joints résulte plus des facilités de construction que de la considération exclusive de leur sécurité. Comme ces joints se font pratiquement avec un certain jeu, de l'ordre de 0,2 à 0,3 mm., nous estimons que l'étanchéité d'un boîtier sera largement assurée par un emboîtement simple ou double de 10 mm. de développement avec jeu de 0,5 mm. au maximum.

II. — RECHERCHES SUR LE FONCTIONNEMENT DES EXPLOSEURS.

Ces recherches ont porté principalement sur des appareils neufs notamment sur ceux qui nous avaient été présentés en vue de leur agrégation d'emploi dans les mines grisouteuses. Nous avons expérimenté également des appareils usagés qui nous avaient été signalés comme ayant donné lieu dans certains charbonnages à des ratés.

Nous rappellerons d'abord les conditions dans lesquelles les exposeurs doivent fonctionner.

Conditions dans lesquelles doivent travailler les exposeurs.

Variation de résistance des amorces

Un circuit de tir comporte toujours une source de courant, une ligne composée de deux conducteurs, enfin un ou plusieurs détonateurs placés dans des charges explosives.

Au point de vue électrique, on peut considérer que la ligne et les détonateurs constituent un circuit purement résistant. La self induction et la capacité étant habituellement très faibles, on peut dire que l'énergie fournie par la source est utilisée uniquement à échauffer le circuit et cela d'après la loi de Joule bien connue.

Dans la ligne même, l'échauffement est négligeable à cause des pertes de chaleur par radiation et à cause aussi de la résistance unitaire relativement faible des conducteurs.

Dans les amorces, au contraire, l'échauffement est très important et joue un rôle essentiel : celui de provoquer la combustion de la poudre d'amorce et, par là, le départ du détonateur. La résistance ohmique, fonction de la température, ne varie donc d'une façon apprécia-

ble que dans les filaments ou ponts dont sont pourvues les amorces. La source d'énergie utilisée pour le tir devra donc débiter un courant d'intensité suffisante malgré l'augmentation de résistance du circuit de tir.

Ces considérations visent l'intensité du courant débité par l'exploseur.

Il en est d'autres qui concernent les variations du courant dans le temps.

Le courant ne peut être lancé dans la ligne que lorsque le rotor a été mis à la vitesse de rotation voulue pour développer la force électromotrice nécessaire à assurer le passage d'un courant suffisant pour provoquer le départ de toutes les amorces.

Un courant croissant progressivement à partir d'une valeur nulle, ce qui serait le cas si l'exploseur débitait dans la ligne dès le début du maniement de la manette, donnerait certainement des ratés dans le cas de plusieurs détonateurs groupés en série, à cause même des différences de sensibilité dans les amorces.

D'autre part, la durée du passage du courant doit être limitée si l'on veut éviter le danger des contacts postérieurs auxquels nous avons fait allusion dans nos études antérieures et qui ont été mis en lumière par Taffanel.

Cette durée ne doit pas dépasser 30 à 50 millisecondes.

Mesure des variations de résistance des amorces.

La résistance des amorces varie au cours de l'échauffement qui aboutit à la déflagration de la poudre d'amorce. Nous avons procédé à cette recherche en utilisant l'oscillographe qui nous avait servi à l'enregistrement des temps d'explosion des détonateurs et dont les caractéristiques ont été indiquées dans notre étude sur les détona-

teurs. (Voir pp. 59 à 106 du tome XXXV des *Annales des Mines de Belgique*.)

Les appareils étaient donc disposés comme il est indiqué dans le schéma de la figure 9. La résistance R_1 permettait de faire varier l'intensité du courant mis en œuvre.

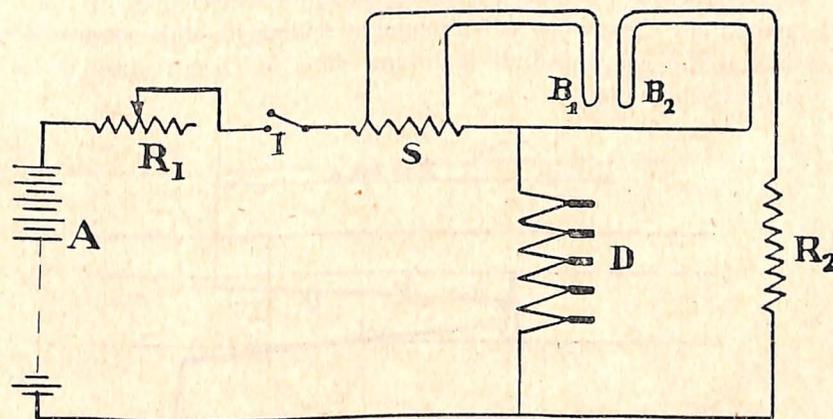


Fig. 9.

Légende :

- A = batterie d'accumulateurs.
- I = interrupteur à main.
- B1 et B2 = boucles de l'oscillographe.
- R2 = résistance fixe.
- R1 = résistance variable.
- S = shunt.

Les boucles B_1 et B_2 de l'oscillographe enregistraient respectivement sur film mobile l'intensité du courant et la tension appliquée aux détonateurs. Le shunt S et la résistance R_2 limitaient à 0,1 ampère le courant traversant les deux boucles B_1 et B_2 . Une troisième boucle, non figurée au croquis et raccordée au réseau de force motrice, enregistrerait sur le même film la tension du réseau de force motrice (courant alternatif à 50 périodes). La sinusoïde enregistrée par la troisième boucle nous fournissait une échelle du temps pour l'évaluation de la durée des phénomènes.

Après chaque série d'expériences, on procédait à l'étalonnage de chacune des boucles B_1 et B_2 . L'examen des courbes d'intensité et de tension permettait de calculer la résistance ohmique correspondant à un moment déterminé.

Nous avons procédé d'abord à quelques expériences préliminaires sur des amorces. Une amorce seulement était soumise à l'essai. Le courant était maintenu dans le circuit jusqu'à la rupture du pont.

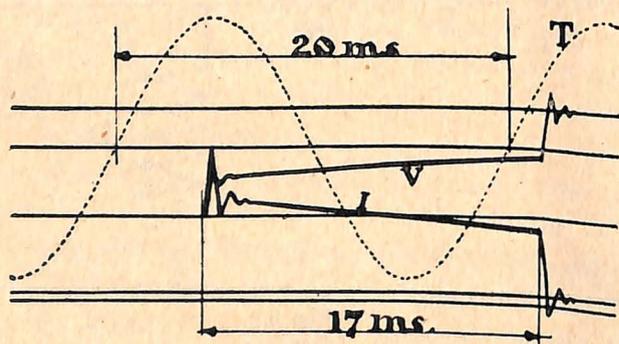


Fig. 10. — Film 154. Amorce B.

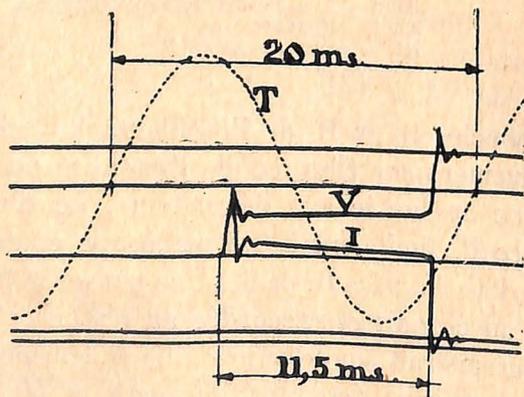


Fig. 11. — Film 156. Amorce C.

Les oscillogrammes figures 10 et 11 ont été relevés par ce procédé; le premier se rapporte à une amorce B et le second à une amorce C.

Sur chaque oscillogramme, on voit donc la sinusoïde du réseau (courbe T) servant d'échelle du temps, la courbe de la tension appliquée à l'amorce (courbe V) et la courbe de l'intensité du courant traversant l'amorce (courbe I).

Ces deux oscillogrammes nous ont fourni les renseignements figurant dans le tableau I.

TABLEAU I

	Tension volts	Intensité ampères	Résistance ohms.	Durée du passage du cou- rant jusqu'à rupture du pont mi lisecondes
Amorce B :				
au début	1,33	0,842	1,58	17
à la rupture	2,24	0,590	3,80	
Amorce C :				
au début	1,47	0,798	1,83	11,5
à la rupture	1,75	0,701	2,50	

On remarquera que la tension et l'intensité varient dans le temps suivant une loi sensiblement linéaire. Il en est évidemment de même de leur quotient c'est-à-dire, de la résistance ohmique.

Nous avons procédé ensuite à des mesures du même genre en utilisant des séries de cinq détonateurs provenant de chacune des trois fabrications belges désignées par les lettres A, B et C.

Les figures 12, 13 et 14 ci-dessous reproduisent des enregistrements obtenus respectivement avec cinq détonateurs A, cinq détonateurs B, cinq détonateurs C.

Ces oscillogrammes sont analogues à ceux relevés avec les amorces, sauf que la durée du phénomène correspond ici à la rupture du pont en fil de platine non plus sous l'effet du courant mais par l'explosion du détonateur le plus sensible de la série.

Dans les tableaux II, III, IV figurent les renseignements que nous avons tirés de l'examen des oscillogrammes relevés avec des détonateurs provenant des trois fabrications A, B et C.

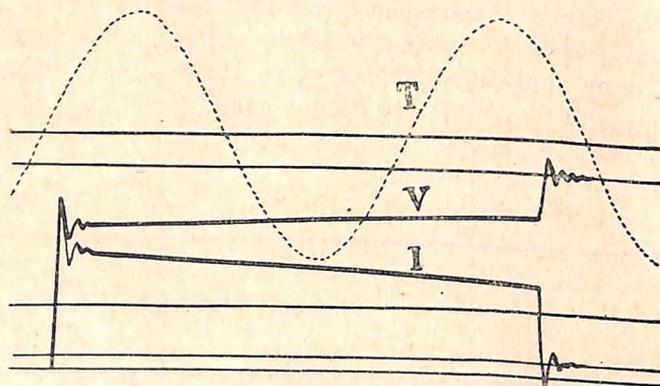


Fig. 12. — Film 343. Circuit de 5 détos A.

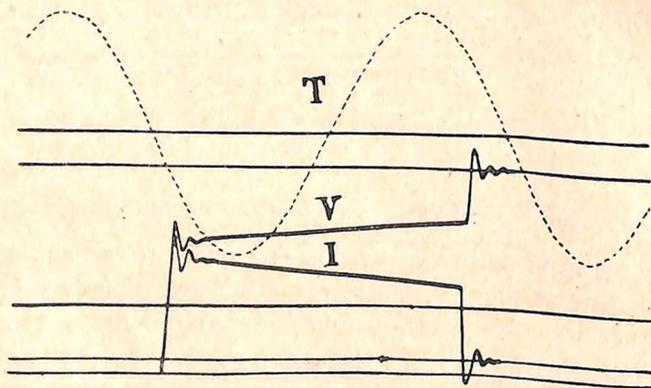


Fig. 13. — Film 348. Circuit de 5 détos B.

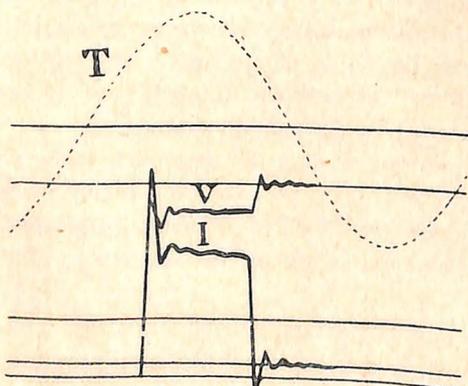


Fig. 14. — Film 349. Circuit de 5 détos C.

TABLEAU II

Détonateurs (A) groupés en série de cinq.

No de l'essai	Tension initiale	Tension finale	Intensité initiale	Intensité finale	Résistance initiale	Résistance finale	Accroissement de la résistance en % de la résistance initiale	Durée du passage du courant en millisecondes
1	3,9	4,6	0,528	0,425	7,38	10,82	46,6	54
2	4,6	5,17	0,600	0,434	7,66	11,91	55,5	50,4
3	6,47	8,04	0,860	0,640	7,52	12,56	67,0	31,3
4	7,17	8,57	0,910	0,67	7,88	12,79	62,3	26,8
5	7,47	7,61	0,919	0,617	8,13	12,33	51,7	26,4
6	7,52	9,99	0,970	0,710	7,72	14,07	82,2	22,6

TABLEAU III

Détonateurs (B) groupés en série de cinq.

1	3,88	0,57	0,530	0,438	7,32	10,50	43,4	30,4
2	4,6	5,46	0,757	0,494	6,08	11,05	82,0	17,6
3	5,59	7,69	0,868	0,630	6,44	12,21	89,6	16,5
4	6,47	8,39	0,953	0,653	6,79	12,85	89,3	13,33
5	7,0	8,92	0,981	0,664	7,12	13,43	88,6	14,5

TABLEAU IV

Détonateurs (C) groupés en série de cinq (pour les essais 2, 3, 4) et de dix (essai 1)

1	10,74	11,09	0,538	0,503	19,96	22,05	10,50	10,2
2	6,51	6,87	0,670	0,619	9,71	11,10	14,3	8,85
3	7,57	7,92	0,756	0,690	10,01	11,48	14,96	7
4	9,52	9,86	0,948	0,86	10,04	11,46	14,1	5,4

On voit que l'augmentation de résistance survenant dans l'intervalle qui s'écoule entre le lancement du courant et l'explosion du détonateur le plus sensible, varie d'un type d'amorce à l'autre. Le taux d'accroissement est beaucoup plus élevé dans les amorces A et B que dans les amorces C.

Rappelons que dans les premières la longueur du fil de platine est de l'ordre de 4 mm., la matière inflammable

ble entourant le filament est à l'état pulvérulent et donne lieu à une combustion relativement lente surtout pour A. Dans les amorces C, au contraire, le fil de platine n'a qu'un millimètre environ, la matière est une pastille de combustion beaucoup plus vive. Les temps d'explosion sont plus longs pour les détonateurs A et B, ce qui permet à la résistance ohmique de varier entre des limites plus étendues.

De l'examen des trois tableaux ci-dessus, il résulte également que le taux d'accroissement de résistance est d'autant plus élevé que le courant lancé dans la ligne est plus intense. Cette constatation était d'ailleurs à prévoir et s'il y a quelques divergences, elles sont dues probablement aux variations de sensibilité affectant la matière inflammable de l'amorce.

Ces modifications de la résistance ohmique des détonateurs doivent évidemment entrer en ligne de compte lorsqu'il s'agit de spécifier les caractéristiques du circuit de tir.

Il ne faut cependant pas tabler sur les chiffres tels qu'ils résultent de nos expériences car les résistances finales indiquées dans nos tableaux sont celles qui correspondent au moment même de l'explosion du détonateur le plus sensible de la série.

Or, il nous importe seulement de connaître la variation de la résistance du circuit intervenant entre le lancement du courant et le temps d'inflammation des amorces les moins sensibles. Passé ce délai, tout changement dans le circuit est sans effet sur l'issue du tir, puisque toutes les amorces sont alors enflammées.

Or, si l'on se reporte aux graphiques figures 1, 2 et 3 donnant le temps d'explosion des détonateurs (voir pages 67 à 69), on constate que pour les intensités supé-

rieures à 0,6 ou 0,7 ampère, le temps qui s'écoule entre le lancement du courant et l'inflammation des amorces les moins sensibles n'excède pas la moitié du temps d'explosion des détonateurs.

Comme la résistance des amorces augmente linéairement avec le temps, on peut dire qu'au moment de l'inflammation des amorces les moins sensibles d'une série de détonateurs, le taux d'accroissement de la résistance ne dépasse pas la moitié de celui indiqué dans les tableaux II, III et IV.

En utilisant les résultats de nos expériences, nous pouvons résumer les considérations qui précèdent sous une forme concrète.

Taux d'accroissement de la résistance depuis le lancement du courant.

Jusqu'à l'explosion des détonateurs:

Détonateurs A et B : au maximum 90 %.

Détonateurs C : au maximum 14 %.

Jusqu'à l'inflammation des amorces les moins sensibles:

Détonateurs A et B : au maximum 45 %.

Détonateurs C : au maximum 7 %.

La résistance moyenne du circuit dans l'intervalle de temps qui s'écoule entre le lancement du courant et l'inflammation des amorces les moins sensibles est donc au maximum la résistance initiale du circuit majorée d'une fraction de la résistance initiale des détonateurs. Cette fraction est de 22,5 % pour les détonateurs A et B et de 3,5 % pour les détonateurs C.

Donnons deux exemples :

1° Circuit comportant une ligne de 30 ohms et 20 détonateurs A ou B de 1,6 ohms :

Résistance initiale : $30 + 32 = \dots \dots \dots 62$ ohms.

Résistance au moment de l'explosion des détonateurs : $30 + 32 + 32 \times 0,9 = \dots \dots \dots 90,8$ ohms.

Résistance au moment de l'inflammation des amorces les moins sensibles :
 $30 + 32 + 32 \times 0,45 = 76,4$ ohms.

Résistance moyenne du circuit depuis le début du passage du courant jusqu'à l'inflammation des amorces les moins sensibles :
 $30 + 32 + 32 \times 0,225 = 69,2$ ohms.

2° Circuit comportant une ligne de 30 ohms et 20 détonateurs C de 1,8 ohm :

Résistance initiale : $30 + 36 \dots \dots \dots 66$ ohms.

Résistance au moment de l'explosion des détonateurs : $30 + 36 + 5,04 = \dots \dots \dots 71,04$ ohms

Résistance au moment de l'inflammation des amorces les moins sensibles :
 $30 + 36 + 2,52 = 68,52$ ohms.

Résistance moyenne du circuit depuis le début du passage du courant jusqu'à l'inflammation des amorces les moins sensibles :
 $30 + 36 + 1,26 = 67,26$ ohms.

L'accroissement de la résistance des amorces ne joue de rôle important que dans le cas de circuit de tir comportant un grand nombre de détonateurs et lorsque l'exploseur est utilisé à la limite même de sa capacité.

Pour cette raison surtout, nous avons dû procéder à cette recherche préliminaire puisque le but de nos expériences est précisément de déterminer pour chaque appareil les conditions extrêmes dans lesquelles il peut être utilisé sans donner lieu à des ratés.

ETUDE DES EXPLOSEURS.

Mode opératoire. — Le but d'un exploseur étant de créer un effet calorifique, la méthode la plus rationnelle pour vérifier sa capacité est de mesurer l'intensité de son débit dans des conditions de résistance se rapprochant de celles rencontrées dans la pratique.

On peut mesurer le débit soit dans des circuits composés d'une ligne et de détonateurs, soit dans des résistances de valeur pratiquement constante (résistances métalliques).

La première méthode paraît être la plus rationnelle; elle ne permet pas cependant de saisir tous les détails du fonctionnement de l'exploseur. La mesure de la durée du passage du courant notamment peut être faussée par le fait que l'explosion des détonateurs interrompt le circuit de tir et met fin au passage du courant indépendamment du fonctionnement de l'exploseur.

Nous avons donc d'abord mesuré le débit sur des résistances métalliques de valeur déterminée, variable d'un essai à l'autre. A condition de prendre cette résistance égale à la résistance moyenne du circuit de tir depuis le début du passage du courant jusqu'au moment de l'inflammation des amorces, l'intensité mesurée dans ces conditions sera égale à celle du courant qui traversera la ligne et ses détonateurs.

Supposons, par exemple, qu'un exploseur doive être utilisé sur un circuit composé d'une ligne de 60 ohms et de 20 détonateurs A ou B de 1,5 ohm chacun. La résistance initiale du circuit est de $60 + 30$ ohms. La résistance moyenne des 20 détonateurs disposés en série depuis le lancement du courant jusqu'à l'inflammation des amorces est de $30 \times 1,225 = 36,75$ ohms.

Celle du circuit complet est donc de $60 + 36,75$ soit $96,75$ ohms.

Pour vérifier l'exploseur, nous mesurerons donc son débit dans une résistance fixe de $96,75$ ohms.

L'intensité du courant débité par un exploseur étant essentiellement variable, la mesure ne peut se faire qu'à l'aide d'un oscillographe. Nous avons utilisé l'appareil d'après la disposition indiquée à la figure 15.

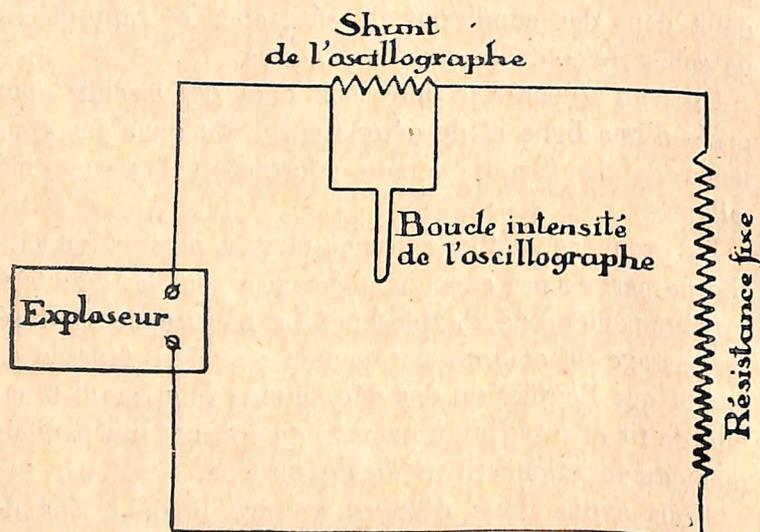


Fig. 15. — Schéma de l'essai d'un exploseur sur résistance.

Nous avons enregistré sur le même film mobile la courbe du courant débité par l'exploseur et la courbe de tension du réseau. Celle-ci nous servait comme précédemment d'échelle du temps pour l'appréciation de la durée des phénomènes.

Pour le calcul de l'intensité, nous avons procédé par intégration graphique. L'oscillogramme étant reporté sur un papier calque millimétré, nous mesurons les ordonnées h de la courbe à chaque intervalle d'un millimètre. La somme de ces ordonnées élevées au carré, soit $S h^2$, divisée par leur nombre n , donne une hauteur moyenne au carré H^2 telle que $H^2 = S h^2/n$.

L'ordonnée H mesurée à l'échelle du courant repré-

sente l'intensité efficace pour une durée correspondant à la distance séparant les ordonnées extrêmes intervenant dans le calcul.

Rappelons que par définition, cette intensité efficace est celle d'un courant continu et constant qui produirait le même effet thermique que le courant variable de l'exploseur.

Lorsque la courbe du courant n'est affectée que de faibles ondulations, nous procédons plus simplement en traçant une ligne moyenne passant par le point milieu des sinuosités. L'ordonnée de cette ligne mesurée à l'échelle de l'intensité donne directement le débit de l'exploseur.

Les exploseurs ont donc été essayés chacun sur des résistances métalliques de plus en plus élevées. Nous avons déterminé ainsi la résistance maximum dans laquelle l'appareil est encore capable de débiter un courant équivalent à un courant continu d'un ampère.

A titre de vérification, nous avons procédé également à des tirs en volées dans des conditions voisines des conditions extrêmes indiquées par les essais sur résistances fixes.

A) EXPLOSEURS NEUFS.

Exploseur Schaffler Type B. M. V.

Constructeur Schaffler, Vienne (Autriche)

L'appareil est constitué par une magnéto représentée schématiquement à la figure 16.

L'induit est feuilleté, c'est-à-dire formé d'un empilage de tôles isolées. Il présente en coupe la forme d'un double T. Les deux extrémités de l'enroulement de l'induit sont connectées à deux bagues B et C concentriques sur lesquelles s'appuient des lames élastiques.

On actionne le rotor à la main à l'aide d'une manette amovible et par l'intermédiaire d'un secteur denté et de trois engrenages disposés en série. Un ergot fixé sur le secteur agit sur une lame élastique D qui ferme le circuit de tir au moment où la manette approche de la fin de sa course. Comme l'induit reçoit son mouvement du dernier pignon par l'intermédiaire d'un encliquetage à rouleaux, il continue à tourner par sa vitesse acquise alors même que la manette est arrivée à fond de course.

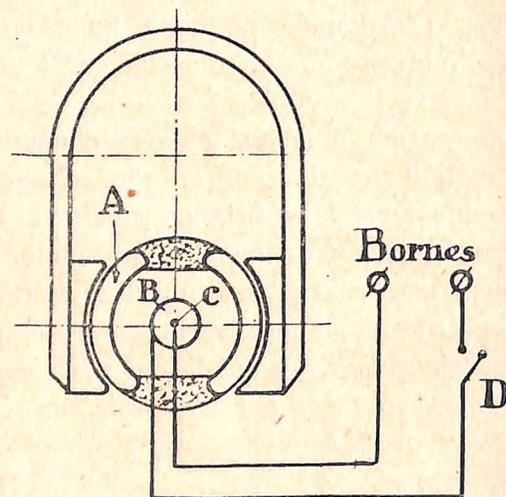


Fig. 16. — Explodeur Schaffler type B. M. V.

Il n'existe donc pas de dispositif limitant la durée du passage du courant; le but de l'interrupteur D est, en effet, de fermer le circuit lorsque l'induit atteint sa vitesse maximum et de le maintenir fermé jusqu'au moment où on laisse reprendre à la manette sa position initiale. Ce mouvement de retour se fait par l'intermédiaire d'un ressort à boudin relié à l'axe même sur lequel se place la manette.

D'après le constructeur, cet explodeur est capable de débiter un courant de 1,2 ampère dans un circuit de 25 ohms et de faire sauter de 3 à 5 mines.

Le constructeur n'ayant pas sollicité l'agrément de cet appareil, nous n'avons procédé qu'à trois essais dont voici les résultats :

a) L'explodeur débite sur une résistance fixe de 20 ohms. La durée de passage du courant est de 280 millisecondes. L'intensité efficace calculée pour une durée de 47,5 millisecondes (5 tours 1/2 du rotor) est de 0,732 ampère;

b) L'explodeur débite dans une ligne de tir de 19,5 ohms connectée à une série de 5 détonateurs A de 1,2-1,3 ohm. La résistance totale du circuit est de 25,75 ohms. Tous les détonateurs sautent. Le circuit de tir est coupé après 45,3 ms. et l'intensité efficace pour cette durée est 0,638 ampère;

c) Même expérience que la précédente. — Tous les détonateurs sautent. Le circuit de tir est coupé après 45,6 ms. et l'intensité efficace pour cette durée est de 0,623 ampère.

On remarquera la différence énorme entre les durées du débit d'une part dans une résistance fixe et d'autre part dans une série de détonateurs; dans le second cas, le circuit a été coupé lors de l'explosion du détonateur pourvu de l'amorce la plus sensible et, à partir de ce moment, l'enregistrement du débit cesse. Si on se reporte au graphique figure 1 de la page 2, on constate que dans les conditions d'intensité des essais b et c, les points d'explosion des détonateurs se trouvent à droite des courbes d'inflammation des amores, c'est-à-dire que les détonateurs sautent, alors que les amores les moins sensibles sont déjà enflammées.

Le courant que l'explodeur peut encore fournir alors que le circuit de tir est déjà coupé est donc inutile et même nuisible. Par le jeu des contacts consécutifs au déplacement des roches, il peut se produire en effet des étincelles dangereuses à l'extrémité de la ligne de tir.

L'emploi de l'explodeur que nous venons de décrire n'est donc pas utilisable dans un chantier grisouteux.

Exploseur Brün Type Z. E. B. 3.

Description : Cet exploseur est constitué également par une magnéto. Les parties essentielles de l'appareil sont représentées dans les schémas de la figure 17.

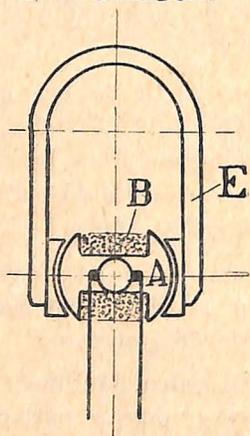
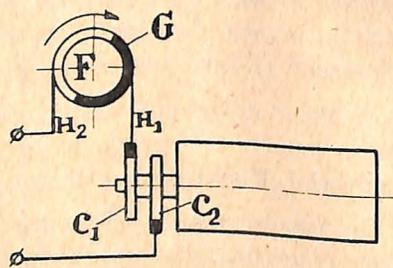
Coupe
transversaleDispositif limitant
la durée du passage
du courant.

Fig. 17.

L'induit (A) est feuilleté et présente en coupe la forme d'un double T; il n'est pourvu que d'une bobine (B) dont les extrémités sont connectées à deux bagues C_1 et C_2 de même diamètre.

Sur ces deux bagues s'appuient deux frotteurs en cuivre rouge fixés à l'extrémité de deux lames élastiques.

L'induit tourne dans le champ magnétique créé par trois aimants permanents juxtaposés.

Le mécanisme de commande non représenté dans la figure, comporte un secteur denté et trois engrenages disposés en série. Le pignon calé directement sur l'axe de l'induit constitue le troisième engrenage de la série. La

roue qu'il engrène reçoit son mouvement par l'intermédiaire d'un rochet.

La manœuvre s'effectue à l'aide d'une manette amovible qui se place directement sur l'arbre du secteur denté. Grâce au rochet, l'induit continue à tourner par sa vitesse acquise alors que la manette a parcouru l'entièreté de sa course, laquelle est de 140° environ.

Les frotteurs collectant le courant débité par l'induit sont reliés aux bornes, l'un directement, l'autre par l'intermédiaire d'un dispositif interrupteur dont la fonction est de limiter la durée du passage de courant dans la ligne. Ce dispositif est constitué par un disque isolant calé sur l'axe de la manette et portant sur une partie de son pourtour, un secteur en bronze. Sur le disque s'appuient en deux points, diamétralement opposés deux lames conductrices H_1 et H_2 dont l'une est connectée à l'un des frotteurs du collecteur de l'induit.

Lorsque la manette approche de la fin de sa course et que le rotor tourne donc à sa vitesse maximum, le secteur porté par le disque isolant touche à la fois les deux lames et donne libre passage au courant. Puis la manette continuant son mouvement, le secteur quitte l'une des lames et le circuit de tir est coupé à nouveau.

La manœuvre étant terminée, la manette est rappelée à sa position initiale par un ressort à boudin.

Dans cet exploseur, la durée du passage du courant dans le circuit extérieur est fonction du mouvement communiqué à la manette et par conséquent de la vigueur avec laquelle l'opérateur procède à la manœuvre.

Au cours des essais, nous avons constaté une anomalie sur laquelle il convient d'attirer l'attention.

Lorsqu'on abandonne la manette avant l'amortissement complet de la vitesse de l'induit, le dispositif fer-

mant de nouveau le circuit, le courant est lancé une seconde fois dans la ligne de tir. Pour éviter cette anomalie, il suffit d'attendre que l'induit soit arrêté avant de permettre à la manette de revenir à sa position initiale.

Tout le mécanisme est enfermé dans une enveloppe en métal coulé (aluminium) de section elliptique composée d'une cuvette et d'un couvercle (voir figure 18).

COUPE LONGITUDINALE

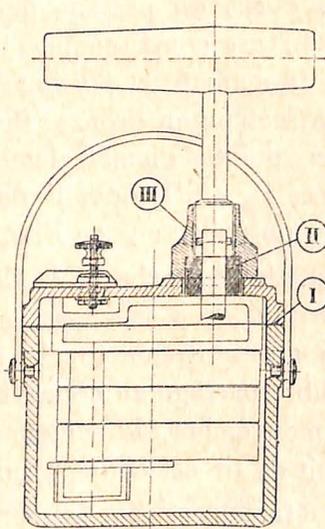


Fig. 18. — Exploseur Brün type Z. E. B. 3.

Ces deux pièces sont assemblées suivant un joint dressé de 6 à 7 mm. de largeur (I). L'arbre de commande tourne sans jeu dans une douille (II) de 15 mm. faisant corps avec le châssis du mécanisme. Celui-ci est rendu solidaire du couvercle par un écrou (III) qui se visse sur la douille (II).

La capacité de l'enveloppe est de 300 cm³.

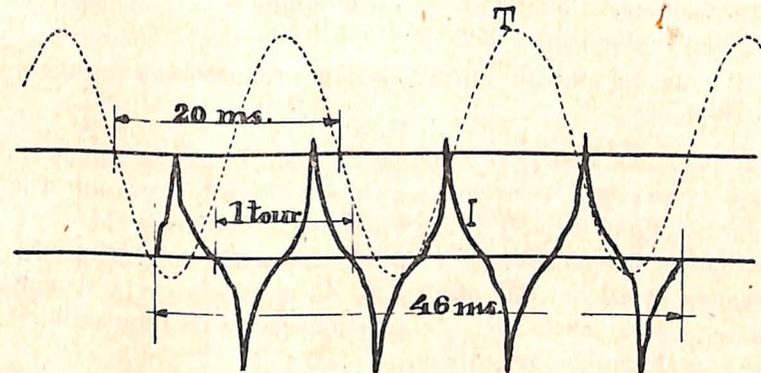


Fig. 19. — Film 452. Manœuvre lente.

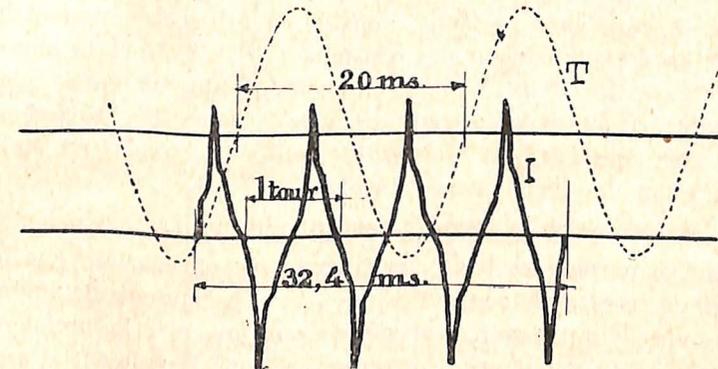


Fig. 20. — Film 451. Manœuvre moyenne.

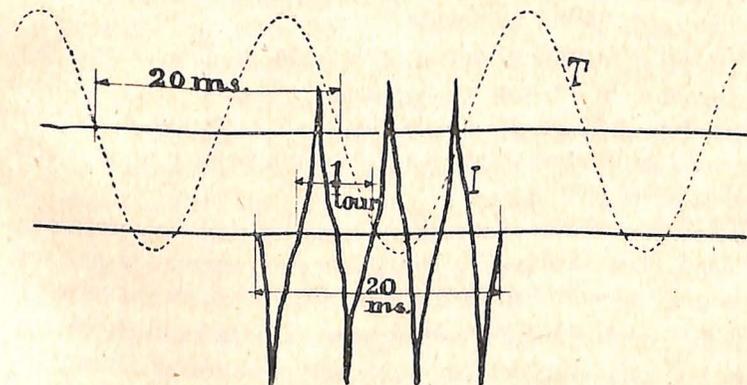


Fig. 21. — Film 450. Manœuvre rapide.
Exploseur Brün Z.E.B. 3.

Les caractéristiques de l'exploseur indiquées par le constructeur sont les suivantes :

18 volts, 1,5 ampère, capacité 3 mines connectées à une ligne de 10 ohms

Epreuve en atmosphère grisouteuse. — Le mécanisme intérieur étant enlevé, l'enveloppe a été soumise à l'épreuve prévue pour les appareils électriques. Placée dans une atmosphère grisouteuse inflammable, elle a subi 5 explosions intérieures d'un mélange identique sans qu'il y ait eu traversée de la flamme par le joint d'assemblage. Le fonctionnement de l'appareil est donc sûr en milieu grisouteux.

Essais de débit :

a) *sur résistance.* — Nous avons enregistré successivement le débit de l'exploseur sur des résistances de 3, 6, 10 et 14 ohms. Les figures 19, 20 et 21 représentent les oscillogrammes se rapportant à trois essais au cours desquels la manette a été actionnée avec une vigueur croissante, alors que l'exploseur était connecté à une résistance de 14 ohms.

L'exploseur débite donc du courant alternatif.

En comparant ces trois enregistrements, on constate que la durée du passage du courant d'une part et la hauteur maximum des ondes, d'autre part, varient en sens inverse; la première décroît et la seconde croît lorsqu'on actionne l'exploseur d'une manière de plus en plus énergique ou, en d'autres termes, lorsque la vitesse de l'induit augmente.

Celle-ci se déduit aisément de l'oscillogramme. Une alternance complète du courant représente en effet une révolution de l'induit dont on calcule la durée en mesurant à l'échelle du temps la distance entre les points d'intersection de la courbe du débit avec son axe.

On voit déjà dès maintenant comment les caractéristiques du débit d'un exploseur à induction et à commande par manette peut dépendre de la façon dont on actionne l'appareil.

Si on examine chaque oscillogramme, en particulier, on constate que pendant toute la durée du passage du courant, la hauteur des ondes de la courbe et par conséquent l'intensité efficace du courant sont sensiblement constantes.

Nous avons indiqué dans le tableau V les renseignements que nous avons pu tirer des oscillogrammes relatifs aux essais sur résistances.

TABLEAU V

N° de l'essai	N° de l'oscil.	Résistance en ohms	Vitesse induit tours/sec.	Durée du passage du court.	Intensité efficace
1	407	3	163	21,2	1,43
2	408	6	155	24,4	1,36
3	406 bis	10	145	25,3	1,14
4	406	10	157	22,8	1,12
5	443	14	77	50	0,68
6	452	14	81	46	0,725
7	442	14	106	36,5	0,87
8	451	14	116	32,4	0,93
9	441	14	148	25,4	1,04
10	450	14	172	20,0	1,14

Comme on peut en juger, nous avons mesuré le débit pour une gamme de vitesses fort étendue. La vitesse de 172 tours/seconde paraît être le maximum que puisse atteindre un opérateur averti; celle de 77 tours/seconde correspond au contraire à une manœuvre négligente.

Les résultats des essais n° 5 à 10 nous ont permis d'établir la courbe du débit sur une résistance de 14 ohms en fonction de la vitesse de l'induit (voir figure 22).

L'intensité efficace du courant débité est de l'ordre d'un ampère lorsque la vitesse de l'induit et la résistance extérieure sont respectivement 130 tours/seconde et 14 ohms. Cette vitesse est à peu de chose près égale à la moyenne des vitesses extrêmes relevées au cours de nos essais. Elle correspond sensiblement aux conditions normales d'utilisation de l'exploseur. Par conséquent, si l'on adopte comme règle pratique de ne pas descendre en dessous d'un ampère, la résistance du circuit de tir ne peut dépasser 14 ohms.

Ces conditions répondent aux spécifications indiquées par le constructeur (3 mines connectées à une ligne de 10 ohms).

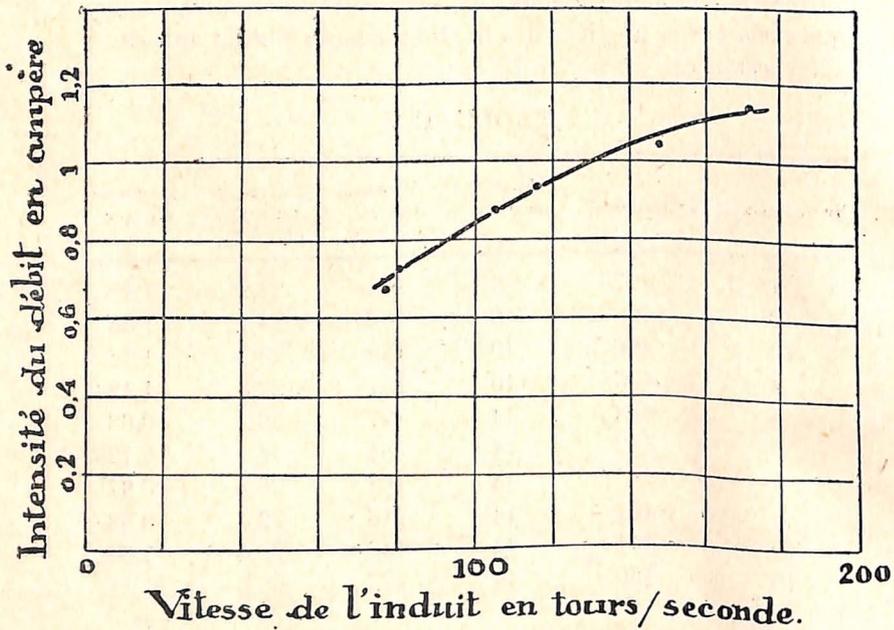


Fig. 22. — Courbe de débit de l'exploseur Brün Z. E. B. 3.
Résistance extérieure : 14 ohms.

Ce cas est réalisé notamment lorsqu'on utilise une ligne de tir de 10 ohms et 3 détonateurs A en série, de 1,15 ohm par exemple. La résistance moyenne d'un circuit de ce genre depuis le passage du courant jusqu'au moment de l'inflammation des amorces les moins sensibles s'établit en effet comme suit :

Résistance de la ligne	10
Résistance de 3 détonateurs	3,45
Accroissement moyen de la résistance des détonateurs : $3,45 \times 0,225$	0,78
<hr/>	
Résistance moyenne	14,23

La ligne étant assez résistante et le nombre des amorces étant réduit, les variations de résistance des amorces n'auront qu'une influence négligeable sur le débit de l'exploseur.

b) *Essais sur détonateurs.* — Nous avons relevé le débit de l'exploseur sur un circuit comportant une ligne d'une résistance de 10,7 ohms et 3 détonateurs A en série, de 1,15 ohm.

L'exploseur a été actionné chaque fois d'une façon différente. A chaque essai, les 3 détonateurs ont sauté.

Nous donnons dans le tableau VI les vitesses de l'induit, les durées de passage de courant et les intensités efficaces relevées sur les oscillogrammes.

TABLEAU VI

N° de l'essai	N° de l'oscillogramme	Vitesse de l'induit	Durée de passage du courant	Intensité efficace du courant
11	411bis	89	43,6	0,675
12	411	113	31,2	0,800
13	410bis	144	25,0	1,03
14	410	145	23,0	1,02

Les figures 23 et 24 reproduisent les oscillogrammes relatifs aux essais 11 et 13.

Ces oscillogrammes sont identiques par la forme du moins à ceux relevés lors des mesures de débit sur résistances.

L'intensité efficace du courant est également constante pendant toute la durée de son passage. Cette intensité est voisine de 1 ampère pour des vitesses de l'induit de 144 et 145 tours/seconde.

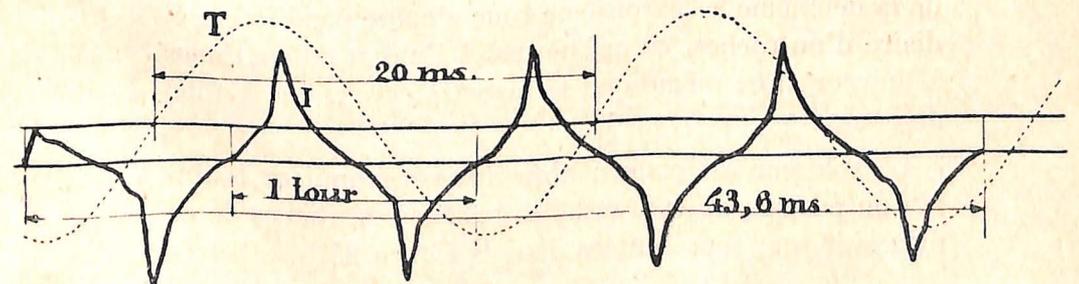


Fig. 23. — Film 411 bis.

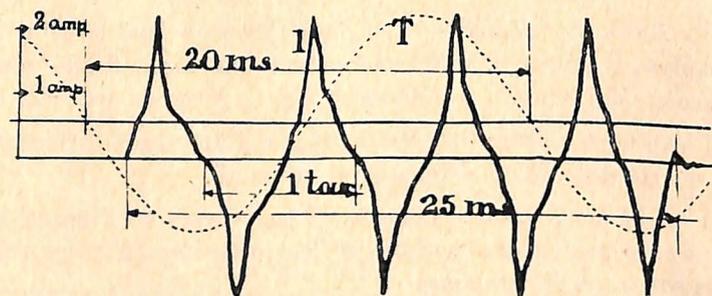


Fig. 24. — Film 410 bis.

Ceci confirme la conclusion tirée des essais sur résistance quant aux conditions d'emploi de l'exploseur.

Exploseur Flébus 1935.

(Constructeur Flébus et Gérard, Liège.)

Description : Cet exploseur est constitué également par une magnéto présentant les mêmes caractéristiques que les deux appareils précédents : induit feuilleté en forme de double T, bobine induite unique connectée à un collecteur à bagues, champ inducteur fourni par trois aimants permanents, commande à l'aide d'une manette amovible et par un train de quatre roues dentées. La manette se place sur l'axe de la première roue dont le mouvement est limité à un tour par un ergot fixé sur la joue même de la roue. La transmission du mouvement de la deuxième à la troisième roue s'opère par l'intermédiaire d'un rochet, ce qui permet à l'induit de continuer à tourner alors même que la manette est arrivée à fond de course.

L'exploseur est pourvu d'un dispositif limitant la durée du passage du courant. Les parties essentielles de ce dispositif sont représentées dans la figure 25.

La roue A commandée directement par la manette, porte un corbeau B. Celui-ci est mobile autour de l'axe C mais il est maintenu dans une position sensiblement radiale par rapport à la roue, grâce au ressort à lame D. A faible distance de la roue, se trouve une pièce de contact E coulissant dans une gaine F fixée au châssis de l'exploseur.

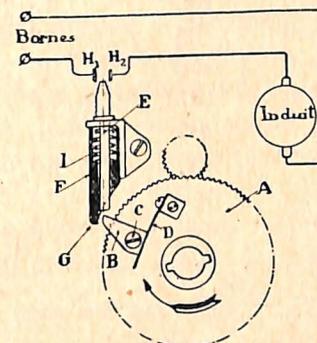


Fig. 25. — Dispositif limitant la durée du passage du courant dans l'exploseur Flébus.

Lorsqu'on manœuvre la manette, le corbeau est accroché au passage par le menton G. Redevenu libre, il reprend sa position première sous l'action du ressort D en lançant vers le haut la pièce E. Celle-ci entre alors en contact avec les deux lames H_1 et H_2 et ferme le circuit de tir. Cette fermeture n'est que momentanée car le ressort I repousse aussitôt la pièce E vers le bas.

Le mécanisme est disposé dans une enveloppe en tôle soudée composée d'un couvercle et d'une cuvette. Le couvercle s'emboîte sur la cuvette et lui est fixé par 2 vis extérieures. L'emboîtement a 15 mm. de hauteur. La capacité de l'enveloppe est de 385 cc.

Epreuve en atmosphère grisouteuse. — Le mécanisme intérieur étant enlevé, l'enveloppe a subi 10 explosions internes d'un mélange grisouteux sans donner de traversée.

Essais de débit.

a) *sur résistances.* — Les mesures de débit sur des résistances ont donné les résultats figurant dans le tableau VII.

TABLEAU VII

N° de l'essai	N° du film	Résistance en ohms	Vitesse de l'induit en tours par sec.	Durée du passage du courant en milliseconde	Intensité moyenne en ampère
1	436	6	94	11,7	1,045
2	440	6	101	10,8	1,00
3	444	8,0	102	13,7	0,99
4	444	8,0	96	13,3	1,00
5	444	8,0	158	10,7	1,24
6	444	8,0	187	9,7	1,27
7	444	8,0	202	10,1	1,34
8	434	10	93	10,6	0,885
9	446	10	185	11,7	1,14
10	433	19	93	9,9	0,662
11	447	19	204	15,0	1,03

Les figures 26 et 27 représentent les oscillogrammes relatifs aux essais 2 et 11.

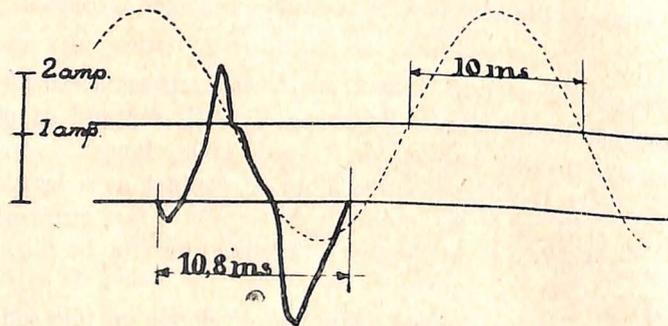


Fig. 26. — Film 440.

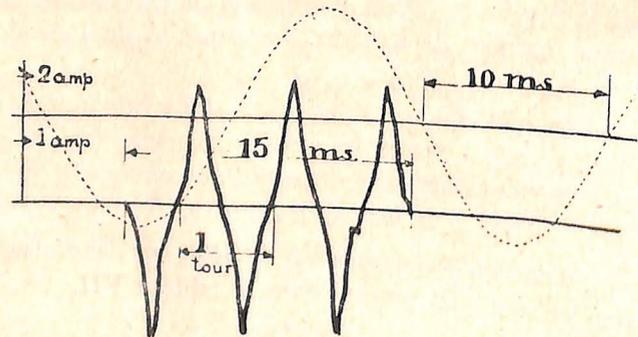


Fig. 27. — Film 447

Comme on peut en juger, cet exploseur débite du courant alternatif.

On voit également que le nombre d'ondes de la courbe de débit varie d'un essai à l'autre.

Le passage du courant dans la ligne correspond à un tour complet de l'induit pour l'oscillogramme 440 et à 3 tours pour l'oscillogramme 447. Cette dissemblance résulte des différences entre les vitesses de rotation de l'induit d'une part, entre les durées de passage du courant, d'autre part (1). A l'aide des résultats indiqués dans le tableau VII, nous avons dressé les courbes de débit en fonction de la vitesse de l'induit et pour des résistances différentes du circuit extérieur (voir figure 28).

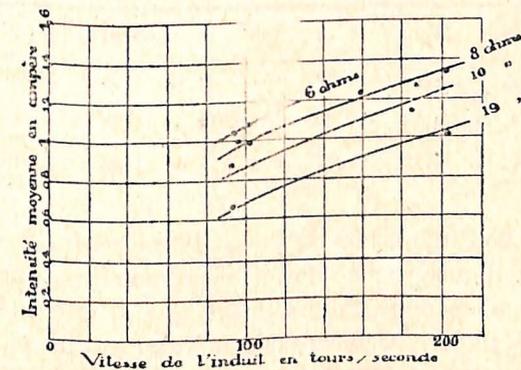


Fig. 28. — Courbes de débit de l'exploseur Flébus.

La vitesse maximum de l'induit constatée au cours de nos essais est de 204 tours par seconde; elle correspond à une manœuvre très énergique de la manette. Pour une manœuvre effectuée avec une énergie moyenne, cette vitesse est de l'ordre de 160 tours par seconde. Si l'on examine le graphique, on constate que pour une telle vitesse de l'induit, l'exploseur est encore capable de débiter un courant d'un ampère pourvu que la résistance du circuit ne dépasse pas 14 ohms environ.

(1) Ces durées de passage sont assez variables et ne paraissent pas suivre une loi bien déterminée. A ce sujet, il convient de noter que cet exploseur est de construction toute récente et que la mise au point du dispositif limitant la durée du débit n'est pas encore terminée.

b) *une ligne avec détonateurs.* — Nous avons procédé à 4 enregistrements du débit de l'explosieur sur une ligne de tir reliée à 4 détonateurs A groupés en série. Les conditions dans lesquelles ces essais ont été réalisées sont indiquées dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

N° de l'essai	No du film	Résistance de la ligne	Résistance des 4 détonateurs	Résistance totale	Vitesse de l'induit en tours/sec.	Durée de passage du cour. en ms.	Intensité moyenne en ampères	Résultats du tir.
12	449	7,5	4,72	12 22	133	16	0,916	les 4 détonateurs ont sauté
13	453	5,66	4,73	10,39	152	9,14	1,05	1 seul détonateur a sauté
14	453	4,66	6,54	11,20	181	12,6	1,11	les 4 détonateurs ont sauté
15	448	10,75	4,72	15,47	206	15,6	1,06	les 4 détonateurs ont sauté

La vitesse de l'induit lors de l'essai 13 est voisine de celle que nous avons indiquée comme devant correspondre à une manœuvre de vigueur moyenne. Pour le même essai, l'intensité efficace a été de 1,05 ampère. Celle-ci était suffisante pour faire partir tous les détonateurs à condition que la durée du courant soit de 10 millisecondes au moins.

L'examen du graphique, figure 1 page 67, montre en effet que pour une intensité de 1,05 ampère, les points d'explosion des détonateurs A se trouvent tous à droite des courbes d'inflammation des amorces. Mais si, par suite du fonctionnement défectueux du dispositif limitant la durée du passage du courant, le débit est supprimé après 9,14 millisecondes, les amorces les moins sensibles ne seront pas enflammées et il y aura raté d'un ou plusieurs détonateurs.

C'est donc par suite d'une défectuosité du dispositif limitant le débit qu'il y a eu raté lors de l'essai n° 13.

Pour l'essai 15, bien que la résistance initiale fut de 15,47 ohms, l'intensité a pu atteindre 1,06 ampère grâce à la vitesse élevée communiquée à l'induit.

Exploseur Brün Type Z. E. B./A. 10.

Description: Cet explosieur est constitué par une dynamo à excitation shunt, répondant aux schémas de la figure 29.

Schéma des connexions. Coupe de l'induit

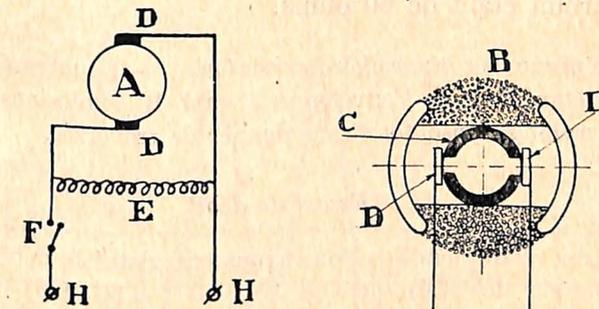


Fig. 29.

Légende :

- A = induit.
- B = enroulement induit.
- C = commutateur redresseur.
- D = frotteurs.
- E = enroulement d'excitation de l'inducteur.
- F = interrupteur.
- H = bornes de l'explosieur.

L'induit et l'inducteur sont feuilletés. Le premier présente en coupe la forme d'un double T. Il est pourvu d'une seule bobine dont les extrémités sont reliées à un commutateur redresseur formé de deux coquilles sur lesquelles s'appuyent deux frotteurs en cuivre rouge.

L'inducteur ne porte qu'un enroulement en dérivation.

La commande et le dispositif limitant la durée du passage du courant sont identiques à ceux décrits à propos de l'explosieur type Z. E. B. 3 de la même firme.

Le mécanisme est disposé dans une enveloppe en mé-

tal coulé analogue à celle de l'exploseur type Z. E. B. 3 de la même firme. La cuvette et le couvercle sont assemblés suivant un joint dressé de 8 à 9 mm. et par deux vis extérieures au joint. La capacité de l'enveloppe est de 415 cc.

D'après le constructeur, cet exploseur est capable de faire partir dix mines en série, la résistance maximum du circuit étant de 60 ohms.

Epreuve en atmosphère grisouteuse. — Le mécanisme intérieur étant enlevé, l'enveloppe a subi 10 explosions internes d'un mélange grisouteux sans donner de traversée.

Essais de débit.

a) *sur résistances.* — Nous avons enregistré le débit de l'exploseur sur des résistances de 10 — 39 — 60 et 67 ohms.

Dans les figures 30 et 31, nous avons reproduit les oscillogrammes relatifs à deux essais sur une résistance de 60 ohms.

On voit que la courbe du débit diffère de celles données par les exploseurs décrits précédemment. Par le jeu du commutateur, le courant alternatif circulant dans l'induit est partiellement redressé. Pour cette raison, les ondes composant la courbe du débit sont beaucoup plus développées au-dessus de l'axe qu'en dessous.

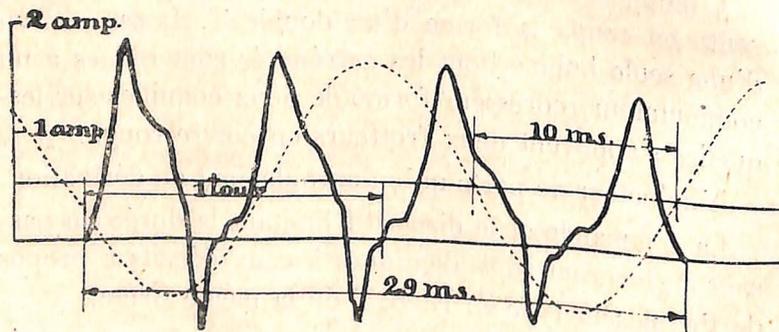


Fig. 30. — Film 405. Essai 3.

Dans ces oscillogrammes, un tour de l'induit est représenté par deux alternances complètes du courant.

Enfin, dans chaque enregistrement, on remarque que la distance entre les points consécutifs d'intersection de la courbe avec son axe augmente tandis que la hauteur des ondes successives diminue. Il y a là un effet de l'amortissement de la vitesse de l'induit; celle-ci diminuant, l'intensité du débit faiblit également.

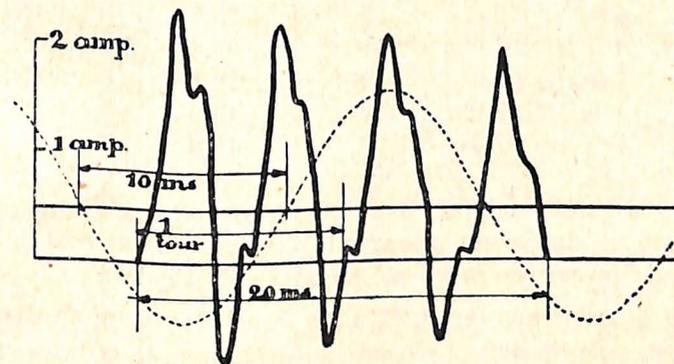


Fig. 31. — Film 405. Essai 4.

Nous avons déterminé par intégration graphique, l'intensité efficace correspondant aux trois premières alternances des deux oscillogrammes reproduits ci-dessus. Nous avons trouvé les résultats suivants :

No de l'essai	1re altern.	2me altern.	3me altern.	Intensité efficace pour toute la durée du passage du courant
3	0,96 amp.	0,80 amp.	0,735 amp.	0,81 amp.
4	1,3 amp.	1,25 amp.	1,11 amp.	1,18 amp.

Dans le tableau IX, nous avons indiqué les résultats de nos mesures de débit sur résistances. La vitesse de l'induit a été évaluée d'après la première alternance complète de la courbe du débit.

TABLEAU IX

N° de l'essai	N° du film	Résistance en ohms	Vitesse de l'induit en tours/sec.	Durée du passage du courant en millisecc.	Intensité moyenne en ampères
1	409	19	118	15,6	2,16
2	409	39	116	16,5	1,59
3	405	60	62	29,0	0,81
4	405	60	95	20,0	1,18
5	445	67,0	51	35,6	0,66
6	445	67,0	82	22,5	0,97
7	445	67,0	102	19,0	1,10
8	445	67,0	107	17,8	1,14

Pour la raison indiquée à propos de l'exploseur Brün type Z.E.B.-3, les durées du passage du courant varient également en raison inverse de la vitesse angulaire de l'induit.

Dans le graphique figure 32, nous avons reporté en abscisses, les vitesses de l'induit et, en ordonnées, l'intensité efficace calculée pour toute la durée du débit.

On voit encore ici comment la capacité de l'exploseur varie considérablement avec la vitesse communiquée à l'induit.

La comparaison de ce graphique avec ceux relatifs aux exploseurs-magnétos (voir figures 22 et 28) montre que le taux de variation de l'intensité moyenne pour un écart déterminé des vitesses de l'induit est plus élevé pour les exploseurs dynamos que pour les exploseurs magnétos.

En d'autres termes, une manœuvre négligente de la manette influe plus ou moins la capacité de l'exploseur suivant qu'il s'agit d'une dynamo ou d'une magnéto (1).

Il ne faut pas en conclure qu'il faille proscrire les exploseurs-dynamos car à poids égal et dans les conditions normales d'emploi, ils sont plus puissants que les exploseurs-magnétos

(1) Ceci résulte de ce que le flux inducteur, constant dans une magnéto, varie avec la vitesse dans une dynamo.

et conviennent mieux pour le tir à grande distance des volées importantes.

Enfin, on constate que pour une vitesse de l'induit de l'ordre de 90 tours par seconde (manœuvre d'énergie moyenne) le débit de l'exploseur Z.E.B.A. 10 dans un circuit de 67 ohms sera de 1 ampère environ.

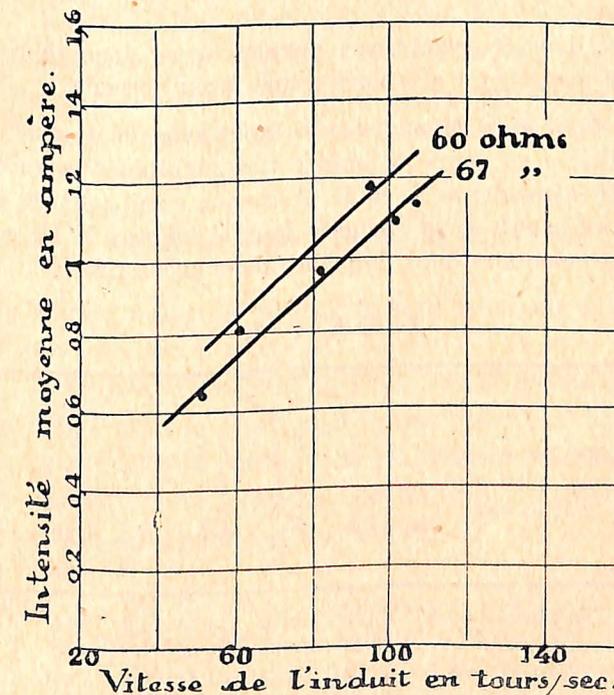


Fig. 32. — Courbes de débit de l'exploseur Brün Z. E. B./A.10.

Cette résistance est donc celle qu'il convient de ne pas dépasser en pratique. Elle correspond d'ailleurs approximativement à la condition d'emploi indiquée par le constructeur, laquelle limite à 60 ohms, la résistance totale du circuit.

Un circuit de tir d'une résistance totale de 60 ohms et comportant par exemple 10 détonateurs (A) de 1,4 ohm présentera depuis le moment où le courant est lancé dans la ligne jusqu'à

celui de l'inflammation des amorces, une résistance moyenne se répartissant comme suit :

ligne	46	ohms
détonateurs	14	ohms
augmentation moyenne de la résistance des amorces pendant leur échauffement : $10 \times 0,255$	3,15	ohms
Résistance moyenne du circuit	63,15	ohms

Utilisé dans ces conditions, l'exploseur ne donnera pas de raté, si la manette est actionnée d'une façon normale.

b) *sur ligne avec détonateurs.* — Nous avons mesuré le débit de l'exploseur au cours de quatre tirs simultanés comportant chacun 10 détonateurs A ou B. A chaque essai, tous les détonateurs ont sauté. Nous donnons dans le tableau X les conditions expérimentales dans lesquelles nous avons procédé.

TABLEAU X

No de l'essai	No du film	Nombre et nature des détonateurs groupés en série	Résistance de la ligne	Résistance des détonateurs	Résistance totale du circuit	Vitesse de l'induit en tours/seconde	Durée du passage du courant en millis.	Intensité moyenne du débit en ampère
9	404	10 détonateurs A	37,00	17,50	54,50	62	28,6	0,793
10	453bis	idem	47,00	14,00	61,00	89	21,2	0,97
11	454	10 détonateurs B	47,00	14,84	61,84	108	7,16	1,17
12	455	idem	47,00	15,72	62,72	109	6,8	1,24
13	403	10 détonateurs A	37,00	17,50	54,50	110	12,5	1,22

Dans l'essai n° 10, nous avons réalisé à peu près les conditions indiquées dans l'exemple donné ci-dessus. La résistance initiale est de 61 ohms et la vitesse de l'induit de 89 tours/seconde. L'intensité efficace évaluée depuis le lancement du courant jusqu'à l'explosion du premier détonateur est de 0,97 ampère. On peut voir dans cet essai l'influence de la variation de résistance des amorces. Si la résistance était restée de 61 ohms

(résistance initiale) l'intensité aurait été, d'après le graphique figure 32, de 1,08 ampère environ pour 89 tours.

La résistance moyenne pendant toute la durée du passage du courant a été en réalité de 47 ohms (ligne) + 14 ohms \times 1,45, soit de 67,3 ohms.

Le graphique montre que pour une telle résistance et une vitesse de l'induit de 89 tours/seconde, l'intensité ne dépassera pas 1 ampère, valeur voisine de celle de 0,97 ampère évaluée par intégration graphique sur l'oscillogramme.

On remarquera la faible durée du passage du courant des essais 11 et 12, ce qui est dû à la vivacité de la poudre des amorces (B).

Exploseur Brün Type Z. E. B./A. 20.

La partie mécanique de cet exploseur est tout à fait identique à celle du type Z. E. B./A. 10. Au point de vue électrique, il est plus puissant; il est prévu, en effet, pour vingt mines. Pour la description, nous renverrons le lecteur au type précédent. Ajoutons cependant que l'enveloppe, d'une capacité de 480 cm³, est étanche vis-à-vis d'une explosion interne de grisou.

Essais de débit. — a) *sur résistances.* — Ces essais nous ont donné des oscillogrammes analogues à ceux de l'exploseur Z.E.B. A/10. Nous en avons tiré les renseignements indiqués dans le tableau XI.

Dans le graphique figure 33, nous avons représenté la courbe du courant débité par une résistance de 99 ohms en fonction de la vitesse de l'induit.

De l'examen de ce graphique, il résulte que l'exploseur actionné à la vitesse moyenne de 90 tours/seconde, débitera un courant de 1 ampère pourvu que la résistance du circuit extérieur n'excède pas une centaine d'ohms.

TABLEAU XI

N° de l'essai	N° du film	Résistance en ohms	Vitesse de l'induit en tours/sec.	Durée du passage du courant en millisecc.	Intensité moyenne en ampère
1	398	59,8	54,6	28,6	0,96
2	398	59,8	83,3	18,5	1,46
3	428	99,0	43,5	36,3	0,435
4	428	99,0	52,5	33,6	0,67
5	438	99,0	68,5	26,6	0,845
6	428	99,0	75,0	24,8	0,975
7	438	99,0	90,0	21,3	0,985
8	438	99,0	90,0	21	1,1
9	428	99,0	116,0	18,6	1,18

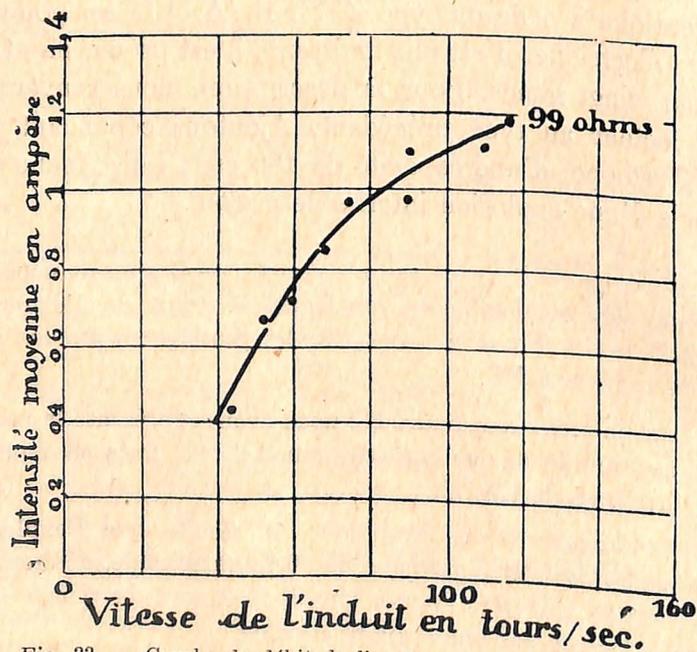


Fig. 33. — Courbe de débit de l'exploseur Brün Z. E. B./A.20.

Donnons un exemple : Dans le cas d'une volée de 20 détonateurs A de 1,4 ohms, dont la résistance globale atteindra au cours de l'inflammation des amorces une valeur moyenne de $28 \times 1,22 = 34,16$ ohms, la résistance de la ligne ne pourra dépasser 66 ohms.

b) *sur ligne avec détonateurs.* — Nous avons enregistré le courant mis en œuvre dans des circonstances de tir de résistances diverses mais comportant chaque fois 20 détonateurs A groupés en série. Nous avons tiré des oscillogrammes les renseignements figurant dans le tableau XII.

TABLEAU XII

N° de l'essai	N° du film	Résistance de la ligne	Résistance des 20 détonateurs	Résistance totale	Vitesse de l'induit en tours/sec.	Durée de passage du courant	Intensité efficace	Résultats du tir
10	401	68	35	103	49	31,8	0,53	10 détonateurs n'ont pas sauté
11	402	47	35	82	50	32,2	0,54	7 détonateurs n'ont pas sauté
12	456	76,8	23,55	100,35	97	18,4	1,05	Tous les détonateurs ont sauté
13	400	68	35	103	105	14,5	0,98	idem

Si on se reporte au graphique figure 1, page 67, on constate que les points correspondants aux conditions d'intensité et de durée des essais 10 et 11 se trouvent entre les courbes d'inflammation des amorces.

Les ratés s'expliquent donc aisément ; les détonateurs pourvus d'amorces sensibles ont sauté et ont interrompu le circuit de tir avant que les amorces les moins sensibles ne soient enflammées.

Les conditions de résistance des essais 12 et 13 correspondent à peu près à la limite maximum indiquée par les essais sur résistances fixes.

Exploseur Schaffler Type B. D. K. S. (25 mines).

Description : Cet exploseur est constitué par une dynamo à excitation compound.

L'inducteur porte donc deux enroulements d'excitation : un enroulement série et un enroulement shunt (1). L'induit est feuilleté et présente huit encoches dans lesquelles sont logées les bobines constituant l'enroulement. Le collecteur est pourvu de huit lames isolées sur lesquelles s'appuient deux frotteurs en graphite.

La commande se fait à l'aide d'une manette amovible et par l'intermédiaire d'un secteur denté et de trois engrenages. La dernière roue engrenant directement le pignon du rotor est folle sur son axe et n'est entraînée que dans un sens par un rochet. Le rotor continue donc à tourner par sa vitesse acquise lorsque la manette est arrivée au bout de sa course, laquelle est de trois huitièmes de tour environ. L'axe entraîné directement par la manette, commande également un dispositif limitant la durée du passage du courant dans la ligne. Ce dispositif ferme le circuit de tir pendant un laps de temps très court et cela au moment où le rotor, encore sous l'impulsion de la manette, atteint sa vitesse maximum.

La manœuvre de mise à feu à l'aide de cet exploseur se décompose donc en trois temps : 1°) mise en vitesse du rotor sous l'action de la manette. Le courant débité par le rotor passe alors par les enroulements série et shunt de l'inducteur ; 2°) fermeture du circuit de tir pendant une durée de l'ordre de 30 millisecondes ; 3°) amortissement de la vitesse acquise du rotor.

(1) Le but de l'enroulement série est de renforcer le flux inducteur lorsque le courant circulant dans l'induit augmente.

Le dispositif limitant la durée du passage ainsi que le schéma des circuits électriques sont visibles dans la figure 34.

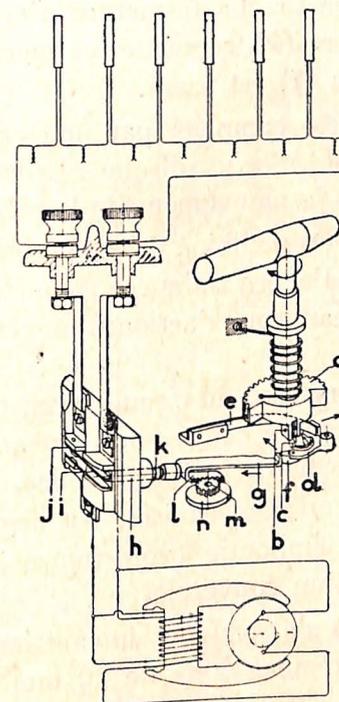


Fig. 34. — Dispositif limitant la durée du débit de l'exploseur B. D. K. S.

Le secteur (a) qui actionne le train d'engrenages porte sur sa face inférieure un appendice (b) pourvu d'un corbeau mobile (c). Lorsqu'on actionne la manette, ce corbeau s'appuie contre la pièce (d) en forme d'ancre et la fait tourner autour de son axe dans le sens inverse à celui de la manette et cela malgré le ressort à lame (e).

Lorsque la manette approche de la fin de sa course et que le corbeau a dépassé l'ancre, celle-ci brusquement délogée revient à son point de départ. Au cours de ce

mouvement de retour, l'ancre pousse par l'intermédiaire d'un corbeau mobile (*f*) et d'une tige (*g*) la pièce de contact (*h*) qui, en s'insérant entre les lames (*i*) et (*j*), ferme le circuit de tir. La fermeture n'est que momentanée car le ressort (*k*) repousse les pièces (*h*) et (*g*) dès que le corbeau (*f*) est passé.

Le mécanisme est complété par une crémaillère (*l*), une roue dentée (*m*) et un disque régulateur (*n*) dont l'inertie régularise le mouvement de la pièce de contact.

Le corbeau (*c*) est combiné de telle sorte qu'il n'exerce son action sur l'ancre qu'après retour de la manette à son point de départ sous l'action d'un ressort à boudin attaché à son axe.

La durée de fermeture du circuit de tir est donc fonction surtout de la force des ressorts entrant dans le mécanisme et de l'inertie des pièces mobiles.

Ajoutons que tout le mécanisme est disposé dans une enveloppe en tôle emboutie (voir figure 35) composée d'une cuvette et d'un couvercle.

Ces deux parties s'assemblent suivant un emboîtement double (I) à frottement doux de 10 mm. au moins de hauteur.

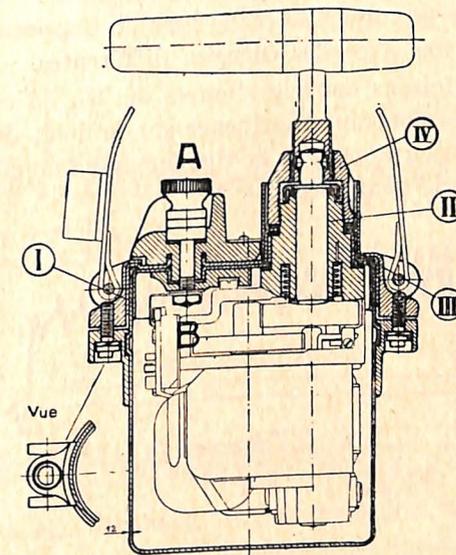
L'arbre de commande tourne sans jeu dans une douille (II) faisant corps avec le châssis du mécanisme. Cette douille pénètre sans jeu dans une douille (III) emboutie dans le couvercle.

Un écrou (IV) rend le mécanisme complètement solidaire du couvercle et celui-ci est fixé à la cuvette par deux vis à tête spéciale disposées à l'extérieur du joint d'assemblage.

La capacité du boîtier est de 460 cm³. Les caractéristiques de l'appareil sont les suivants :

180 volts — 1 ampère pour 180 ohms.

COUPE LONGITUDINALE



COUPE A-B

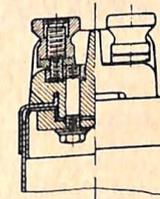


Fig. 35. — Explodeur Schaffler type B. D. K. S. (25 mines).

Epreuve en atmosphère grisouteuse.

Le mécanisme intérieur étant enlevé, le boîtier a subi cinq explosions intérieures d'un mélange grisouteux sans qu'il y eût propagation à l'atmosphère ambiante également inflammable.

Essais de débit.

a) *sur résistances fixes.* — Nous avons mesuré le débit de l'explodeur d'abord en court-circuit sur le shunt même de l'oscil-

lographe, puis raccordé à des résistances fixes de 29, 69, 79, 89, 99 et 133 ohms.

Au cours de ces essais, la manœuvre de l'appareil a été exécutée chaque fois avec des énergies différentes.

Nous reproduisons dans les figures 36, 37, 38 et 39, quatre oscillogrammes montrant l'influence sur le débit d'abord de la résistance extérieure, puis de la vigueur avec laquelle on actionne la manette de l'exploseur.

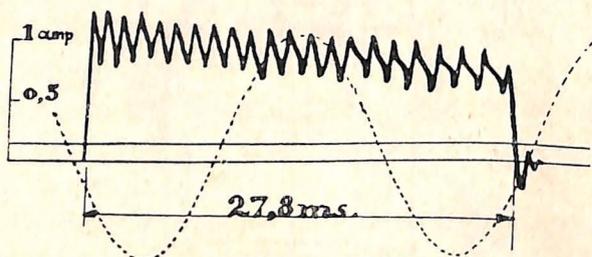


Fig. 36. — Film 422. Essai 16. Résistance : 99 ohms.

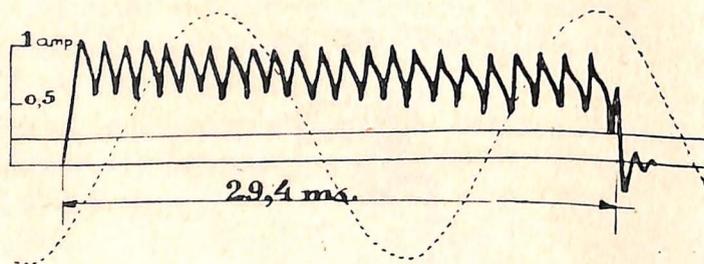


Fig. 37. — Film 461. Essai 19. Résistance : 133 ohms.

Comme on peut en juger, l'exploseur débite du courant pratiquement continu. La courbe du courant est cependant légèrement ondulée. Chaque point bas correspond à la mise en court-circuit de deux lames consécutives du collecteur. Comme celui-ci est composé de 8 lames, une révolution de l'induit est représentée par 8 ondulations de l'oscillogramme.

Les oscillogrammes figures 36 et 37 sont relatifs au débit de l'exploseur sur des résistances de 99 et 133 ohms. Pour chaque essai, la manette a été actionnée avec la même vigueur.

Les ordonnées de l'oscillogramme figure 37 sont moins grandes que celles de l'oscillogramme figure 36. L'intensité est donc plus faible pour le second essai, ce qui est dû à la résistance plus élevée.

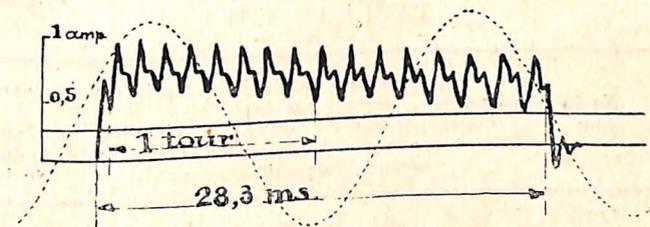


Fig. 38. — Film 422. Résistance : 99 ohms. Manœuvre lente.

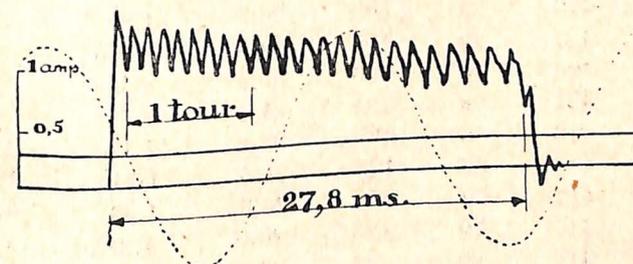


Fig. 39. — Film 422. Résistance : 99 ohms. Manœuvre énergique.

Les figures 38 et 39 représentent toutes deux la courbe du débit sur une résistance de 99 ohms. Le premier oscillogramme correspond à une manœuvre négligente de la manette, le second à une manœuvre énergique. L'intensité est plus élevée dans le second oscillogramme.

Dans le tableau XIII, nous avons indiqué les résultats des mesures et calculs effectués sur les oscillogrammes relevés au cours des essais sur résistances.

Comme on peut le voir, la durée du passage du courant est indépendante de la vitesse de l'induit, c'est-à-dire, de la façon dont on manœuvre l'appareil.

L'exploseur est pourvu en effet d'un dispositif limitant la durée du débit et dont le fonctionnement est indépendant de la vitesse de la manette. Il y a cependant des irrégularités dans

la durée du passage du courant. Elles sont dues probablement à des frottements variables dans le mécanisme. L'écart entre les durées minimum et maximum relevées au cours des essais est de $31,4 - 26,4 = 5$ millisecondes, ce qui est peu.

TABLEAU XIII

No de l'essai	No du film	Résistance en ohms	Vitesse de l'induit en tours seconde	Durée du passage du courant en millis.	Intensité efficace pendant les 10 premiers millis.	Intensité efficace pendant toute la durée du débit
1	419	0	81	28,8	3,32	
2	419	0	114	27,2	4,27	
3	437	29	89	28,8	81,75	
4	420	29	100	28,8	1,87	
5	437	29	107	29,2	2,065	
6	420	29	126	26,4	2,47	
7	437	29	134	31,4	2,58	
8	416	69	100	28,8	1,17	1,05
9	416	69	128	27,6	1,51	1,35
10	417	79	103	28,0	1,08	0,94
11	417	79	126	28,0	1,375	1,215
12	418	89	86	27,8	0,842	0,767
13	418	89	135	26,8	1,39	1,24
14	422	99	79	28,3	0,689	0,625
15	422	99	79	28,8	0,71	0,62
16	422	99	111	27,8	1,01	0,887
17	422	99	123	27,8	1,16	1,015
18	461	133	106	28,6	0,676	0,64
19	461	133	111	29,4	0,763	0,700
20	461	133	135	28,8	0,945	0,84
21	461	133	152	31,0	1,11	0,985

Outre l'intensité efficace calculée sur toute la durée du passage du courant, nous avons indiqué dans le tableau, la même intensité mais évaluée pendant les 10 premiers millisecondes à partir du lancement du courant dans le circuit extérieur. Pour certains essais, cette intensité efficace pendant les dix premiers millisecondes, est supérieure à un ampère et suffit

déjà pour faire partir les amorces même les moins sensibles.

Enfin, cette même intensité ainsi que la vitesse initiale de l'induit nous ont servi à établir le graphique figure 40 dans lequel sont représentées les courbes de débit sur différentes résistances.

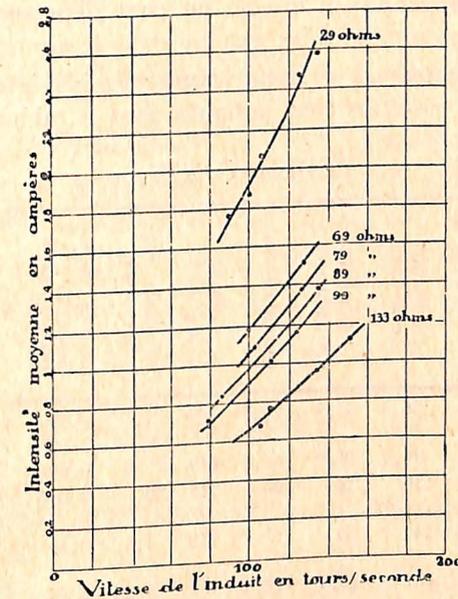


Fig. 40. — Courbes de débit de l'exploseur Schaffler B. D. K. S.

Au cours de nos essais, la vitesse de l'induit a varié de 79 à 152 tours. Pour une gamme aussi étendue de vitesses, on constate sur le graphique que le débit de l'exploseur peut varier du simple au double. On voit encore ici comment une manœuvre négligente d'un appareil, bien construit cependant, peut occasionner des ratés dans un tir simultané.

Pour la réalisation des essais 18 à 21 nous avons confié la manœuvre à deux opérateurs de vigueur identique. Chacun d'eux devait actionner l'exploseur d'abord avec le maximum d'énergie, puis avec une énergie moyenne. L'opérateur le plus entraîné à la manœuvre a communiqué successivement à l'induit des vitesses de 152 et 111 tours/seconde. Pour l'opérateur

le moins entraîné, nous avons enregistré respectivement 135 et 106 tours/sec.

Nous estimons donc qu'en pratique, il ne faut guère compter sur une vitesse de l'induit supérieure à 130 tours/seconde (1).

En se reportant au graphique figure 40 et en procédant par interpolation, on constate que pour une vitesse de cet ordre, la résistance moyenne du circuit ne peut dépasser 120 ohms pour un débit minimum d'un ampère dans le circuit extérieur.

b) *sur détonateurs.* — Nous avons procédé à des tirs en volées dans les résultats sont indiqués dans le tableau XIV.

TABLEAU XIV

N° de l'essai	N° du film	Nombre et nature des détonateurs	Résistance de la ligne	Résistance des détonateurs	Résistance totale	Vitesse de l'induit	Durée de passage du courant	Intensité efficace pour toute la durée du débit	Résultats des tirs
22	462	25 dét. A	86,8	36,9	123,7	149	21,6	0,96	tous les détonateurs ont sauté
23	462	25 dét. A	96,7	36,9	133,6	149	21,6	0,908	idem
24	332	20 dét. A	116	33	149	116	30	0,615	un détonateur n'a pas sauté
25	430	25 dét. B	141	30	171	148	17,1	0,8	tous les détonateurs ont sauté
26	429	25 dét. C	131	43,7	174,7	153	5,24	0,87	idem

Pour les essais 22 et 23, les résistances moyennes du circuit depuis le début du passage du courant jusqu'à l'inflammation des amorces sensibles sont respectivement de :

$$123,7 + 36,9 \times 0,225 = 132 \text{ ohms.}$$

$$133,6 + 36,9 \times 0,225 = 141,9 \text{ ohms.}$$

Elles sont donc supérieures à celle que nous avons indiquée

(1) Nous avons tenu à vérifier la chose en relevant à l'oscillographe quatre courbes de manœuvre de cinq boute-feux expérimentés recrutés dans les charbonnages voisins de l'Institut. La moyenne de ces vingt essais nous a donné une vitesse de 107 tours/seconde calculée sur le premier tour de l'induit. Les vitesses ont varié de 60 à 133 tours. Les vitesses les plus fortes sont obtenues en tenant l'exploseur d'une main tandis que l'on manœuvre la manivelle de l'autre main, mode opératoire recommandé par le constructeur. De la sorte, on imprime à l'exploseur et à la manivelle des mouvements inverses qui s'ajoutent et augmentent le rendement de l'appareil.

comme étant la limite d'emploi d'exploseur soit 120 ohms. Les intensités sont cependant voisines d'un ampère, ce qui est dû à la vitesse élevée communiquée à l'induit. Le raté de l'essai 24 s'explique par la grande résistance de la ligne, qui a abaissé l'intensité à une valeur pour laquelle certains points d'explosion tombent entre les courbes d'inflammation des amorces (voir graphique figure 1).

Exploseur Schaffler Type A. B. F. V. S.

Au point de vue électrique, cet exploseur est identique aux deux précédents; il comporte également une dynamo à excitation compound. Toutefois, le rotor n'est plus actionné à la main, mais par un ressort.

Pour effectuer un tir, on doit donc opérer deux manœuvres :

1°) On bande d'abord le ressort dont la détente est arrêtée par un cliquet qui s'engage dans une roue à rochet.

2°) On libère ensuite le ressort en agissant sur le cliquet.

L'appareil possède donc deux axes de commande sur lesquels on agit successivement à l'aide d'une manette amovible. La mise en action du ressort n'est possible que s'il est remonté à fond.

L'exploseur est pourvu également d'un dispositif limitant la durée du passage du courant. Ce dispositif ainsi que les circuits électriques sont représentés schématiquement dans la figure 41.

Un plateau (a) portant un ergot (b) et actionné par l'axe (c) du ressort, soulève au passage le corbeau (d). Celui-ci pousse par l'intermédiaire de la tige (e) une pièce conductrice (f) qui entre en contact avec deux lames fixes (g) et (h). Ce contact ferme le circuit de

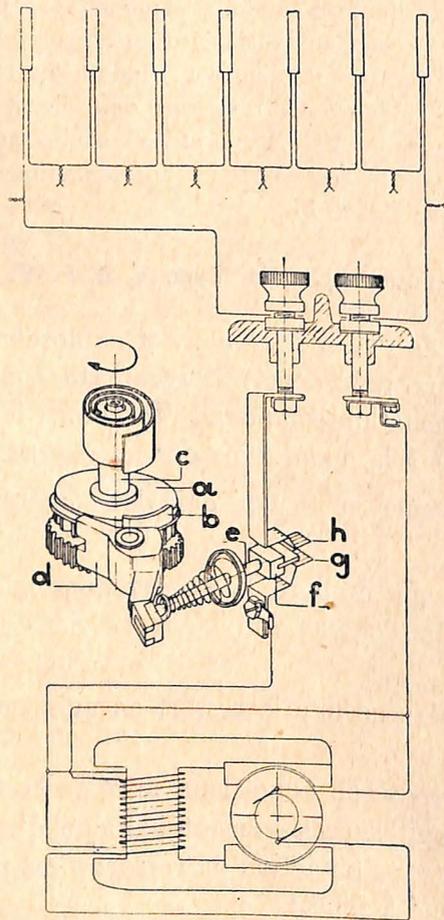


Fig. 41. — Dispositif limitant la durée du débit de l'exploseur Schaffler A. B. F. V. S.

tir pour une durée qui n'est fonction que de la vitesse de rotation de l'appareil.

Le mécanisme est enfermé dans une enveloppe en métal coulé de section rectangulaire composée d'une cuvette et d'un couvercle et représentée à la figure 42.

L'assemblage des deux parties de l'enveloppe est

réalisé suivant un emboîtement double de 9,5 mm. de hauteur combiné avec un joint plat de 5 mm. (I).

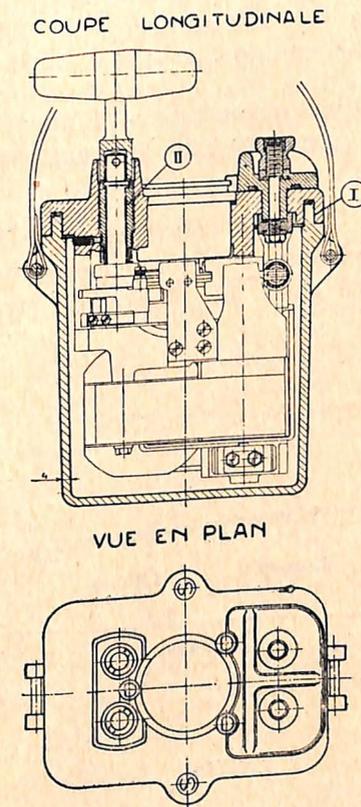


Fig. 42. — Exploseur Schaffler type A. B. F. V. S.

Les deux axes de commande percent le couvercle en passant dans les douilles (II) de 36 mm. au moins de longueur, dans lesquelles ils tournent sans jeu.

Le volume libre dans la cuvette lorsque le mécanisme est en place est de 570 cm³. La cuvette elle-même présente une capacité double.

D'après le constructeur, les caractéristiques de l'appareil sont les suivantes :

90 ohms	2 ampères	180 volts
160 ohms	1,5 ampère	240 volts(1)
	50 amorces	

Essais en atmosphère grisouteuse. — L'appareil étant pourvu de son mécanisme a subi 20 explosions internes d'un mélange grisouteux sans qu'il y ait eu traversée de la flamme.

Essais de débit. — a) *sur résistances.* — Nous avons relevé le débit de cet explosif sur des résistances diverses allant de 24,84 ohms à 180,5 ohms. Les figures 43 et 44 donnent les

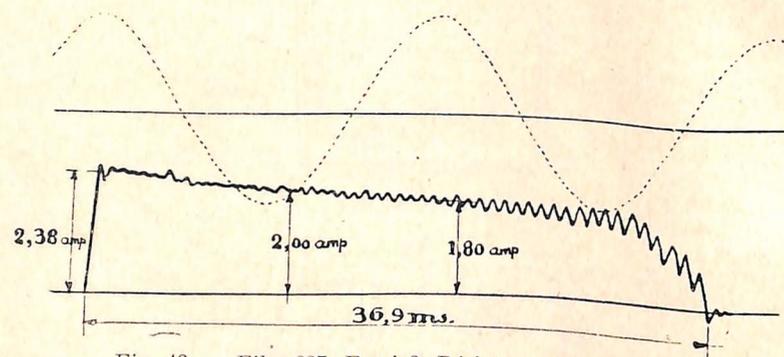


Fig. 43. — Film 327. Essai 3. Résistance : 59,8 ohms.

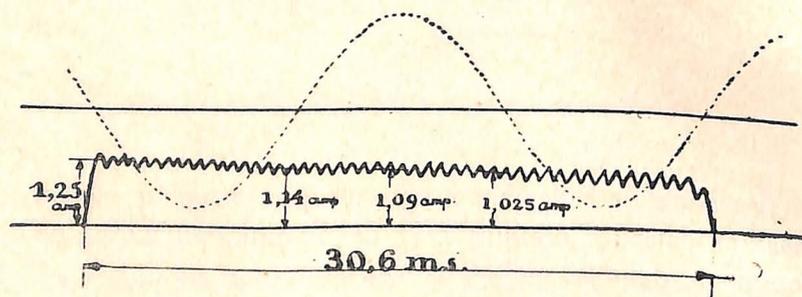


Fig. 44. — Film 421. Essai 8. Résistance : 180,5 ohms.

(1) On ne comprend pas pourquoi le constructeur indique 2 voltages alors que l'appareil n'a qu'une vitesse unique commandée uniquement par la tension du ressort.

enregistrements relatifs aux essais sur les résistances de 59,8 ohms et 180,5 ohms.

Comme on peut le voir, l'intensité décroît assez rapidement dans le temps et les sinuosités de la courbe d'intensité sont peu développées.

Nous avons établi l'intensité en mesurant les ordonnées d'une ligne moyenne tracée symétriquement à travers les sinuosités de la courbe de débit. Les enregistrements auxquels nous avons procédé nous ont fourni les renseignements figurant dans le tableau XV.

TABLEAU XV

N° de l'essai	N° du film	Résistance en ohms	Durée du passage du courant en millisecc.	Intensité du débit		
				au début du passage du courant	après 10 millisecc.	après 20 millisecc.
1	324	24,84	36,40	3,45	2,62	2,43
2	324	50,76	33,00	2,62	2,24	1,98
3	327	59,8	36,9	2,38	2,00	1,80
4	327	109,0	38,2	1,70	1,5	1,40
5	413	122,8	41,8	1,60	1,44	1,27
6	413	142,6	37,0	1,48	1,36	1,25
7	421	160,7	28,0	1,37	1,21	1,10
8	421	180,5	30,6	1,25	1,14	1,025

Ces résultats permettent de prévoir qu'un explosif de l'espèce donnera un courant supérieur à un ampère dans une ligne de tir d'une résistance totale de 160 ohms comportant 50 détonateurs A par exemple.

Supposons en effet que la résistance totale du circuit se décompose de la manière suivante :

résistance de ligne	85 ohms
50 détonateurs à 1,5	75 ohms
résistance totale	160 ohms

Si on tient compte de l'augmentation de résistance dans le pont des amorces, la résistance moyenne du circuit au cours des phénomènes d'inflammation sera de 160 ohm + 75 ohms

$\times 0,22 = 176,5$ ohms. Or, pour une telle résistance, le courant est largement supérieur à 1 ampère pendant plus de 10 milli-secondes.

b) sur une ligne connectée à des détonateurs.

1) Nous avons enregistré la courbe du courant débité par cet exploseur dans une ligne d'une résistance de 150 ohms connectée à 20 détonateurs A de 1,4 — 1,5 ohm, groupés en série.

Résistance totale $150 + 20 \times 1,45 = 179$ ohms.

Tous les détonateurs ont sauté.

L'oscillogramme relatif à cet essai est représenté à la figure 45.

Le circuit de tir est coupé après 15 millisecondes et le courant mis en jeu tombe de 1,23 ampère à 0,93 ampère, ces deux intensités correspondant respectivement au début et à la fin du passage du courant.

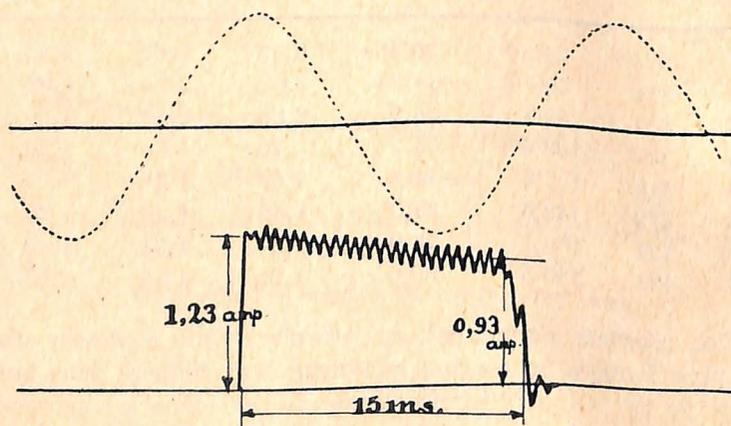


Fig. 45. — Film 330. Résistance : 179 ohms, dont 20 détos A.

Il est intéressant de comparer cet enregistrement à celui de la figure 44 lequel se rapporte à un essai sur résistance de 180,5 ohms sensiblement égale à la résistance initiale du circuit de tir dont nous venons de parler.

Dans l'essai sur résistance, l'intensité est tombée en l'espace

de 15 ms, de 1,25 à 1,09 ampère, soit de $\frac{0,16}{1,25} \times 100 = 13 \%$.

Dans l'essai sur ligne avec détonateurs, le courant est passé dans le même laps de temps de 1,23 à 0,93 soit une diminution

de $\frac{0,30 \times 100}{1,23} = 24,4 \%$. Cette différence entre les deux

chutes du débit s'explique par l'augmentation de résistance résultant du passage du courant dans le pont des amorces et on voit ici comment cette augmentation peut déformer la courbe de débit d'un exploseur.

2) Même expérience que la précédente, mais avec une ligne de tir de 102,6 ohms et 20 détonateurs A de 1,15 ohm. La résistance initiale est de 125,6. Tous les détonateurs sautent. Le circuit de tir est coupé après 10 ms. et l'intensité tombe de 1,6

à 1,23 ampère, soit de $\frac{0,37 \times 100}{1,60} = 23,1 \%$.

Lors de l'essai sur la résistance de 122,80 ohms (essai 5 du tableau XV) la chute n'avait été en 10 ms que $\frac{0,16}{1,16} = 10 \%$.

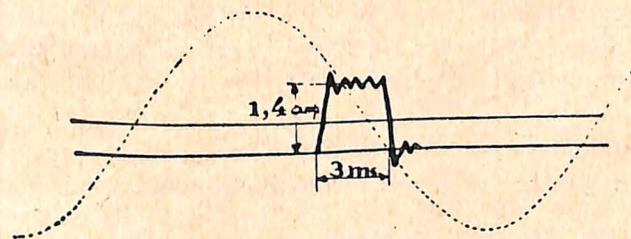


Fig. 46. — Film 415. Résistance : 141,6 ohms, dont 20 détos C.

3) Même expérience que les précédentes mais avec une ligne de 102,6 ohms et 20 détonateurs C, groupés en série, de 1,95 ohms. Résistance initiale : $102,6 + 39 = 141,6$ ohms. Tous les détonateurs sautent. L'oscillogramme relatif à cet essai est reproduit à la figure 46.

Le circuit de tir est coupé après 3 millisecondes et l'intensité reste constante pendant toute la durée du passage du courant et égale à 1,4 ampère.

Exploseur Schaffler Type A. B. F. G. S.

Cet exploseur est analogue au type A. B. F. V. S. de la même firme. Il est constitué également par une dynamo à excitation compound dont le rotor est actionné par un ressort.

Cet exploseur est pourvu aussi d'un dispositif limitant la durée du débit. La capacité de l'enveloppe est de 1.150 cm³ et l'assemblage du couvercle à la cuvette se fait par un emboîtement double de 10 mm.

Les caractéristiques indiquées par le constructeur sont les suivantes :

Ohms	Ampères	Volts
330 ohms	1 ampère	330 volts
180 ohms	2 ampères	260 volts (1)

Résistance maximum 330 ohms.

Essais sur résistance.

Les oscillogrammes du débit sont identiques à ceux que nous avons reproduits à propos du type A.B.F.V.S. — Les enregistrements du débit sur résistances nous ont donné les résultats figurant dans le tableau XVI.

TABLEAU XVI

N° de l'essai	N° du film	Résistance en ohms	Durée du passage du courant	Intensité du débit en ampère		
				au début du passage du courant	après 10 millisc.	après 20 millisc.
1	459	287	28	1,147	0,955	0,827
2	459	287	26,4	1,147	0,987	0,875
3	463	322	27,1	1,00	0,91	0,78
4	463	332	27,9	1,02	0,86	0,78

L'exploseur débitera donc un ampère à condition que la résistance moyenne du circuit ne dépasse pas 290 ohms.

(1) Même remarque que pour l'A. E. F. V. S., page 128.

Exploseur Brün Type Z. E. B./A. 50.

Description : Cet exploseur est constitué par une dynamo à excitation compound. Les connexions électriques répondent au schéma figure 47.

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

L'induit A en tambour est feuilleté et son enroulement est réparti dans huit encoches. Il porte en bout d'arbre un collecteur à seize lames sur lesquelles s'appuyent deux frotteurs en cuivre rouge B₁ et B₂ fixés aux extrémités de deux lames élastiques.

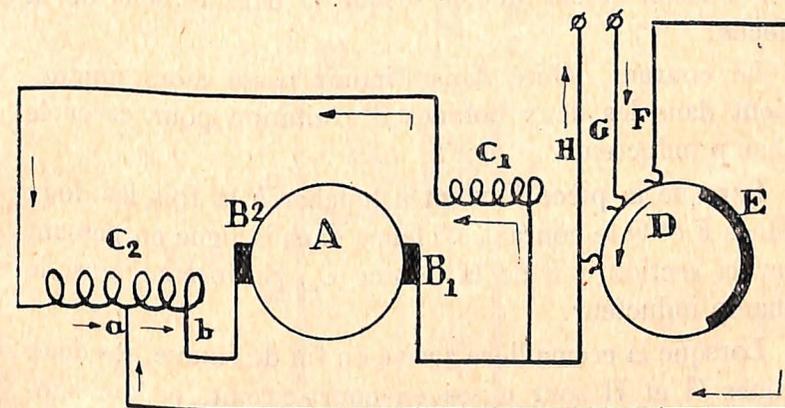


Fig. 47. — Exploseur Brün Z. E. B./A.50.

L'inducteur (non représenté au croquis) est constitué par un cylindre d'acier portant intérieurement deux pièces polaires. Chacune de ces pièces polaires est pourvue d'un enroulement d'excitation C₁ et C₂. L'induit est actionné par une tige à crémaillère et un train de quatre roues dentées. La première de ces roues engrène la crémaillère; la quatrième roue du train commande directement le pignon calé sur le tourillon de l'induit.

Cette quatrième roue n'est pas complètement solidaire de son axe. Celui-ci lui transmet son mouvement par un encliquetage. Grâce à cette disposition, on peut remonter la crémaillère avant la manœuvre de mise à feu sans entraîner l'induit.

L'appareil est pourvu d'un dispositif limitant la durée du passage du courant. Ce dispositif est constitué par le disque isolant D_1 , portant un secteur en bronze E et par les trois lames F, G et H.

Le disque se trouve sur l'axe commandé directement par la crémaillère. Lorsque celle-ci est poussée vers le bas, elle communique à l'induit un mouvement accéléré de rotation et entraîne le disque D dans le sens de la flèche.

Le courant débité dans l'induit passe alors uniquement dans les deux bobines d'excitation pour créer le champ inducteur.

Lorsque la pièce E vient à toucher à la fois les deux lames F et G le courant est lancé dans la ligne en passant par la section $a b$ de la bobine C_2 , renforçant ainsi le champ inducteur.

Lorsque la crémaillère arrive en fin de course, les deux lames G et H sont mises en court-circuit, ce qui supprime le débit dans la ligne.

Le disque isolant D n'est pas calé sur son axe. Il porte sur l'une de ses faces un ergot et la roue qui l'entraîne est pourvue elle-même de deux ergots. Il s'en suit que le mouvement du disque dans un sens ou dans l'autre, présente sur celui de l'organe qui l'entraîne un certain décalage.

En conséquence, si l'opérateur remonte la crémaillère avant l'arrêt complet de l'induit, il n'y aura pas lancement d'un second courant dans la ligne car la mise en

court-circuit entre les bornes reste établie tant que la crémaillère n'est pas remontée d'une certaine hauteur.

L'appareillage se trouve dans une enveloppe en métal léger de section rectangulaire (voir figure 48). Cette enveloppe est partagée en deux compartiments par une cloison horizontale percée d'une ouverture livrant passage à la crémaillère.

COUPE LONGITUDINALE

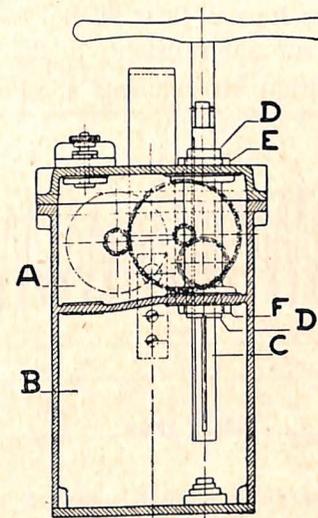


Fig. 48. — Exploseur Erün type Z. E. B/A.50 à crémaillère.

Le compartiment supérieur A est spécialement réservé au mécanisme; le compartiment inférieur B protège seulement les mouvements de la tige de la crémaillère C.

L'enveloppe est fermée vers le haut et vers le bas par des couvercles. La crémaillère se déplace dans une douille D filetée aux deux bouts et fixée par les écrous E et F au couvercle supérieur et à la cloison séparant les deux compartiments. La poignée est amovible.

Epreuve en atmosphère grisouteuse.

L'enveloppe dépourvue du mécanisme a été soumise à 10 explosions internes d'un mélange grisouteux sans qu'il y ait propagation à l'atmosphère ambiante également inflammable.

Nous avons vérifié également par des essais spéciaux que la douille D pourvue de la crémaillère C était étanche vis-à-vis d'une explosion de grisou.

Mesures du débit. — a) *sur des résistances.* — Nous avons enregistré le débit de l'exploseur sur des résistances de 142, 205 et 287 ohms. Les figures 49 et 50 représentent deux oscillogrammes du débit sur une résistance de 205 ohms.

La courbe du courant est analogue à celle relevée pour les exploseurs dynamos à collecteur.

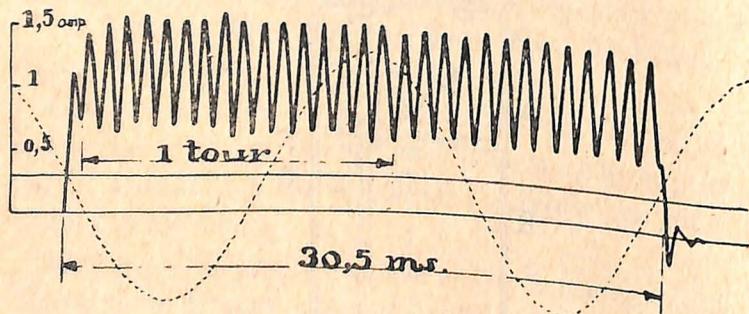


Fig. 49. — Film 457. Essai 5.

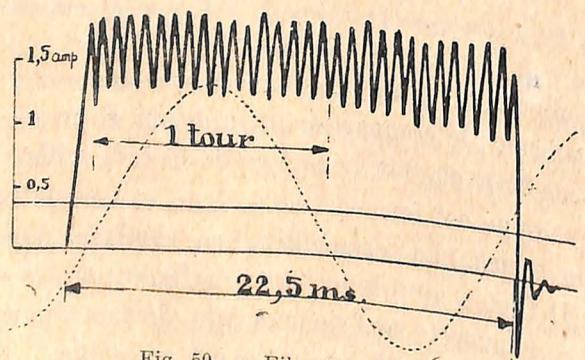


Fig. 50. — Film 457. Essai 8.

Au cours de nos essais, nous nous sommes efforcés de réaliser comme pour les autres exploseurs à commande par manivelle, des vitesses variables de l'induit. Dans le tableau XVII, nous donnons les constatations tirées de nos oscillogrammes.

Les vitesses de l'induit dépassant 75 tours correspondent à des manœuvres très énergiques de la manette. Une manœuvre normale réalise une vitesse de l'induit de l'ordre de 65 tours/seconde.

A l'aide des intensités et vitesses d'induit figurant dans le tableau XVII, nous avons établi deux courbes de débit sur les résistances de 205 et 287 ohms.

TABLEAU XVII

N° de l'essai	N° du film	Résistance en ohms	Vitesse de l'induit en tours/sec.	Durée de passage du courant en millis.	Intensité efficace pendant les 10 premiers millis.
1	412	142	46	42,8	0,96
2	412	142	78	25,0	1,85
3	457	205	49	39,6	0,80
4	457	205	62	31,4	1,08
5	457	205	64	30,5	1,07
6	457	205	71	27,6	1,20
7	457	205	78	24,2	1,34
8	457	205	86	22,5	1,56
9	458	287	57	33,9	0,755
10	458	287	78	24,7	1,05
11	458	287	85	22,2	1,18

Ces courbes sont reproduites dans la figure 51.

On constate que les courbes de débit sont ici plus relevées encore que celles des exploseurs dynamos décrits précédemment.

En procédant par interpolation, on constate que l'exploseur actionné d'une façon normale (vitesse de l'induit 65 tours/seconde) débitera un courant de 1 ampère pourvu que la résistance moyenne du circuit ne dépasse pas 240 ohms environ.

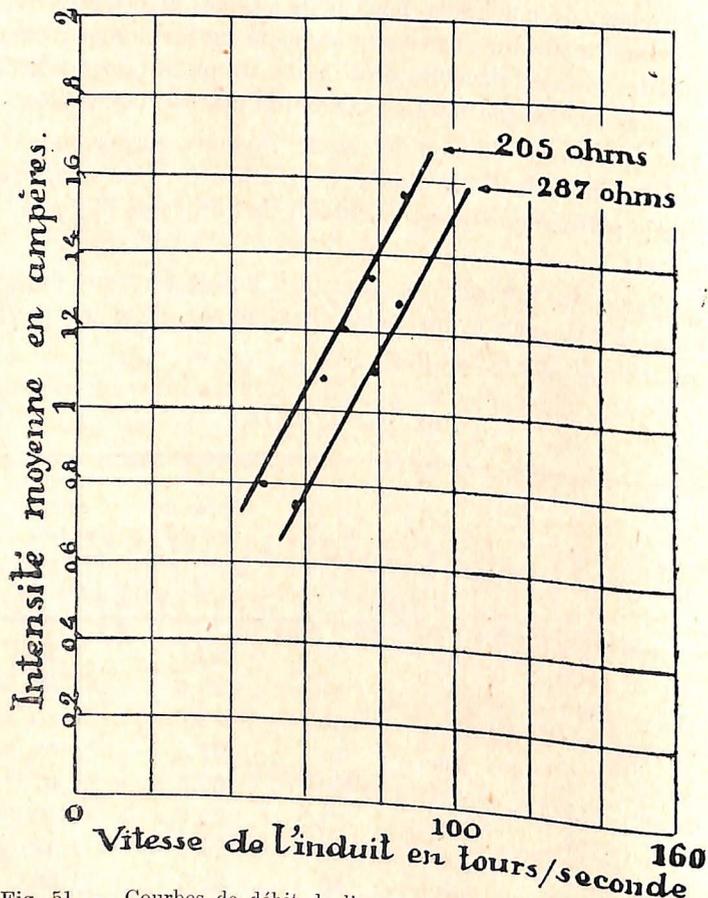


Fig. 51. — Courbes de débit de l'exploseur Brüin type Z. E. B./A.50.

b) sur ligne avec détonateurs. — Nous avons procédé à deux tirs en volées de 50 détonateurs A dans les conditions suivantes :

1^{er} Ligne de 119,5 ohms connectée à 50 détonateurs A de 1,475 ohm Résistance initiale du circuit : $119,5 + 73,75 = 193,25$ ohms. Résistance moyenne du circuit depuis le lancement du courant jusqu'au moment de l'inflammation des amorces les moins sensibles : $193,25 + 73,75 \times 0,225 = 209,8$ ohms.

L'opérateur actionne la manette d'une façon normale, tous les détonateurs sautent.

De l'oscillogramme, nous tirons les renseignements suivants :

- Vitesse de l'induit : 66 tours/seconde.
- Durée du passage du courant 17,4 millisecondes.
- Intensité efficace évaluée pendant toute la durée du débit 1,07 ampère.
- Intensité efficace évaluée depuis le lancement du courant jusqu'à l'inflammation des amorces les moins sensibles (environ 8 ms). 1,13 ampère.

La courbe du débit sur la résistance 205 ohms indique pour la vitesse de 66 tours/seconde, une intensité efficace de 1,14 ampère pendant les dix premiers millisecondes. Celle-ci ne diffère que de 0,01 ampère de l'intensité 1,13 évaluée sur l'oscillogramme de l'essai sur détonateurs.

2^o) Ligne de 119,5 ohms connectée à 50 détonateurs A de 1,575 ohms. Résistance initiale du circuit : $119,5 + 78,75 = 198,25$ ohms.

Résistance moyenne du circuit depuis le lancement du courant jusqu'à l'inflammation des amorces les moins sensibles : $198,25 + 78,75 \times 0,225 = 215,96$ ohms.

L'opérateur actionne encore la manette d'une façon normale. Tous les détonateurs sautent. L'examen de l'oscillogramme donne :

- Durée du passage du courant 23,6 millisecondes.
- Vitesse de l'induit 64 tours/seconde.
- Intensité efficace évaluée pendant toute la durée du débit 0,987 ampère.
- Intensité efficace évaluée jusqu'à l'inflammation des amorces les moins sensibles (environ 8,5 ms) 1,095 ampère.

La courbe du débit (205 ohms) donne pour la vitesse de 64 tours, une intensité efficace de 1,11 pendant les dix premiers millisecondes donc peu différente de la précédente.

Ces considérations montrent que connaissant le débit d'un exploseur sur une résistance donnée, il est possible de déterminer à peu de chose près l'intensité qui circulera dans un circuit de tir ayant une résistance moyenne voisine de celle sur laquelle on a fait les mesures de débit.

B) EXPLOSEURS USAGES.

Comme nous l'avons dit précédemment, nous avons examiné des exploseurs usagés qui nous avaient été signalés par les charbonnages comme ayant donné lieu à des ratés.

Nous avons procédé comme pour les appareils neufs. Cependant, du fait que les exploseurs étaient mis pour très peu de temps à notre disposition, nos recherches ont été plus sommaires.

Nous nous en sommes donc tenus à expérimenter les appareils uniquement dans les conditions les plus voisines de celles où ils avaient donné lieu à des mécomptes et au sujet desquelles nous n'avons pas toujours eu des renseignements fort précis.

Nous donnons ci-après les résultats de nos investigations sur trois exploseurs que nous désignerons par les lettres A, B et C.

Exploseur (A) provenant d'un charbonnage du Centre.

Cet exploseur répond au schéma figure 52. L'induit A est actionné par une crémaillère. Il est pourvu d'un commutateur redresseur formé de deux coquilles sur lesquelles s'appuient deux balais métalliques B₁ et B₂.

Au début de la course de la crémaillère, le courant débité par l'induit circule dans les bobines inductrices C₁ et C₂, en passant par l'interrupteur D qui se trouve alors dans la position de fermeture. Lorsque la crémaillère

approche de la fin de sa course, elle ouvre l'interrupteur D obligeant ainsi le courant à se rendre, par les bornes E₁ et E₂, dans la ligne de tir. Le débit continue ensuite jusqu'à amortissement complet de la vitesse de l'induit.

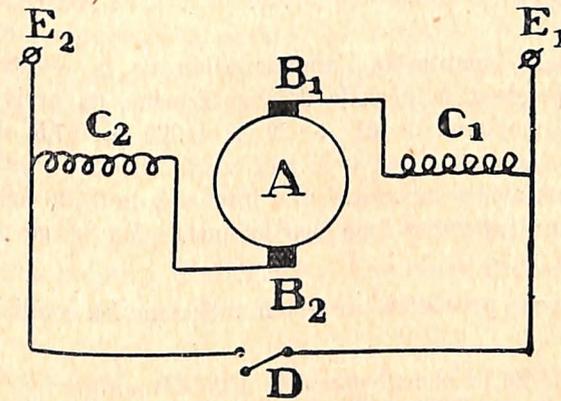


Fig. 52.

Les conditions limites d'emploi de l'appareil sont inconnues. On nous déclare, cependant, que l'exploseur donne des ratés lorsqu'on l'utilise sur une ligne double raccordée à vingt détonateurs A de 1,45 ohm.

Nous relevons d'abord la courbe de débit sur des résistances, ce qui nous donne les résultats suivants :

N° de l'essai	N° du film	Résistance en ohms	Vitesse de l'induit en tours/sec.	Durée de passage du courant en millis.	Intensité efficace évaluée sur les 50 premiers millis.
1	333	59,8	46	199	0,895
2	334	59,8	54	81,5	1,10
3	333	68,8	60	240	0,708

L'appareil a été actionné mollement pour l'essai 1, très énergiquement au contraire pour les essais 2 et 3.

Ces résistances sont du même ordre que celle du circuit de tir pour lequel le charbonnage avait constaté des ratés. Cette résistance s'établissait comme suit :

Ligne	32 ohms
Détonateurs	29 ohms
Résistance totale	61 ohms

En tenant compte de l'augmentation de la résistance des amorces pendant la période d'échauffement, on arrive à une résistance moyenne de $61 + 29 \times 0,225 = 67,5$ ohms. Ce chiffre correspond à peu près aux conditions de l'essai 3 pour lequel nous avons enregistré une intensité de 0,708 ampère, ce qui est manifestement trop peu lorsqu'on fait usage des détonateurs A.

Nous avons procédé à un tir en voléedans les conditions suivantes :

Ligne de 26,78 ohms, connectée à 20 détonateurs A de 1,425 ohm.

Résistance totale du circuit : 55,78 ohms.

L'exploseur est actionné d'une façon énergique (vitesse initiale de l'induit : 63 tours/seconde).

Tous les détonateurs sautent.

Le circuit de tir est coupé après 24,3 millisecondes; l'intensité efficace est de 0,79 ampère.

Conclusion. — La résistance trop élevée du circuit combinée vraisemblablement avec une manœuvre molle de la manette semble être la cause des ratés.

Exploseur (B) provenant d'un charbonnage du Centre.

Cet exploseur est commandé par ressort. Le mécanisme est disposé dans une enveloppe en métal coulé du type antidéflagrant.

Les caractéristiques indiquées par le constructeur sont les suivantes:

Volts	80	120
Ampère.	1,5	1
Limite de résistance du circuit: 120 ohms.		

D'après les renseignements fournis par le charbonnage, cet exploseur a donné des ratés au cours de tirs simultanés comportant de dix à quinze détonateurs connectés en série à l'extrémité d'une ligne de 20 ohms environ.

Nous n'avons pu démonter l'exploseur, mais nous avons procédé à l'aide de l'oscillographe, à l'enregistrement de son débit d'abord sur des résistances, ensuite sur une ligne de tir avec détonateurs.

Mesure du débit dans des résistances. — Nous avons utilisé successivement des résistances de 77,8 ohms et 99,3 ohms. L'examen des oscillogrammes montre que l'induit ne fournit du courant au circuit extérieur que lorsqu'il atteint une certaine vitesse, mais que le débit continue ensuite jusqu'à amortissement complet de la vitesse de l'induit.

La durée du passage du courant dans les conditions de résistance indiquée ci-dessus a été de 0,45 seconde environ.

Par intégration graphique, nous avons déterminé l'intensité efficace du débit, ce qui nous a donné les résultats suivants :

Résistance	Intensité efficace	
	de 0 à 10 ms.	de 10 à 20 ms
77,8	1,36	1,22
99,3	1,25	1,01

Ces résultats montrent qu'il ne paraît guère possible d'avoir de ratés dans les conditions indiquées par le Charbonnage. Nous avons voulu néanmoins nous en assurer par des essais sur ligne avec détonateurs.

Mesure du débit dans une ligne avec détonateurs.

Premier essai. — Ligne de 19,5 ohms connectée à 10 détonateurs B de 1,45 ohms en série d'où résistance totale de 34 ohms. Tous les détonateurs sautent.

La durée du passage du courant est de 2,7 millisecondes et l'intensité moyenne de 1,78 ampère.

Deuxième essai : Ligne de 19,5 ohms connectée à 15 détonateurs B de 1,5 ohm en série d'où résistance totale de 42 ohms. Tous les détonateurs sautent. La durée du passage du courant est de 2,8 millisecondes et l'intensité moyenne de 1,62 ampère.

Conclusion. — Avec un exploseur de ce genre et dans les mêmes conditions de résistance que celles de nos essais, un raté ne pourrait s'expliquer que par une mal-façon grossière dans la réalisation des connexions (contacts mauvais, liaisons fixées sur boisages mouillés, etc.).

Exploseur (C) provenant d'un charbonnage du Borinage.

Cet exploseur est constitué par une dynamo à excitation série répondant au schéma figure 53.

L'induit ne comporte qu'une seule bobine dont les extrémités sont connectées aux deux coquilles d'un commutateur redresseur. Sur ce commutateur s'appuyent deux lames élastiques B_1 et B_2 .

L'appareil se manœuvre à l'aide d'une manette amovible. Celle-ci se place sur un axe portant un secteur denté qui engrène le pignon disposé sur un des tourillons de l'induit.

Grâce à un encliquetage, l'induit continue à tourner par sa vitesse acquise alors même que la manette est arrivée à fond de course.

Lorsqu'on actionne l'appareil, le courant débité par l'induit circule dans l'enroulement d'excitation C, pas-

sant par l'interrupteur qui se trouve dans la position de fermeture.

Lorsque la manette approche de la fin de sa course, l'interrupteur D est ouvert et permet au courant de passer dans la ligne de tir.

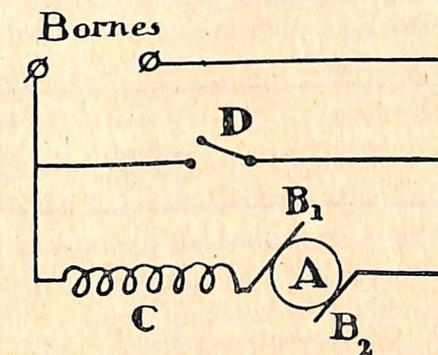


Fig. 53.

D'après les déclarations du charbonnage, l'exploseur avait donné des ratés alors que la ligne de tir d'une résistance de 1,31 ohm étant connectée à deux détonateurs de 0,85 ohm environ, provenant d'une firme étrangère.

Nous avons d'abord procédé à l'essai suivant : L'exploseur a été connecté à un circuit composé d'une ligne de 1,85 ohm et de deux détonateurs provenant du même lot que ceux utilisés par le Charbonnage.

La manœuvre de l'appareil a été faite de la façon normale et le courant a été relevé à l'oscillographe. Les deux détonateurs ont sauté.

L'examen du film a montré que le courant, d'une durée de 18,7 ms, avait une intensité efficace de 0,064 ampère. Celle-ci nous paraissant trop faible pour un exploseur de ce genre, nous avons examiné le mécanisme et constaté que celui-ci présentait un défaut dont l'effet était de ralentir la vitesse de l'induit. Ce défaut consistait en un déplacement latéral du pignon de

l'induit qui engrenait d'une façon imparfaite avec le secteur denté.

Nous avons corrigé autant que possible le défaut sans le faire disparaître entièrement; ensuite nous avons procédé à des mesures comparatives de débit à l'oscillographe d'abord sur l'exploseur du Charbonnage puis sur un autre du même genre qui nous avait été remis par le fabricant pour figurer dans nos collections. Nous donnons ci-après les résultats obtenus:

Exploseur de l'Institut		Exploseur du Charbonnage	
Vitesse de l'induit	Intensité efficace pendant 30 ms	Vitesse de l'induit	Intensité efficace pendant 30 ms
<i>Résistance de 3 ohms.</i>			
42 tours/sec.	1,44 amp.	21 tours/sec.	1,41 amp.
<i>Résistance de 7 ohms.</i>			
44 tours/sec.	1,21 amp.	11,8 tours/sec.	1,14 amp.

Les intensités enregistrées sont du même ordre, alors que les vitesses de manœuvre sont fort différentes. Nous n'avons pas démonté les enroulements, les circuits électriques sont sans doute différents.

Nous avons calculé d'après l'oscillogramme l'intensité efficace du courant débité par l'exploseur du charbonnage dans une résistance de 3 ohms et pendant les 19 premiers millisecondes. Elle est de 1,46 ampère, chiffre largement supérieur à celui de 0,60 ampère enregistré lors de l'essai sur détonateurs avant réparation.

Conclusion. — Les ratés constatés au charbonnage sont imputables au débit trop faible provenant du défaut constaté dans la partie mécanique de l'exploseur. Ce défaut résultait d'un démontage et remontage de l'appareil effectués au charbonnage par un personnel insuffisamment compétent en la matière.

III. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Nous les formulerons très brièvement. Elles confirment beaucoup de choses déjà connues.

1° Caractère antidéflagrant des exploseurs pour mines grisouteuses.

Les exploseurs remplissent facilement les conditions d'étanchéité voulue; les boîtiers doivent être métalliques; les joints à emboîtement doubles de 5 mm. paraissent les plus recommandables, les joints plats dressés de 6 mm. au moins sont admissibles; la traversée des axes dans des douilles de 10 mm. à frottement doux donne toute satisfaction.

2° Variation de la résistance des amorces au cours de la mise à feu.

Cette variation est, pour certains types d'amorces, suffisamment importante pour que ce facteur doive être pris en considération dans le calcul de la capacité d'un exploseur. Nous avons indiqué comment, pour les amorces de fabrication belge, on peut en tenir compte.

3° Lancement du courant dans la ligne extérieure.

Le courant ne peut être lancé que lorsque la rotation du rotor a atteint la vitesse voulue. Ce desideratum est réalisé facilement. Les courants utilisés sont alternatifs, ondulés ou redressés. Toutes ces formes peuvent conduire à de bons résultats. Les courants à faible variation paraissent cependant les plus recommandables surtout dans les gros exploseurs.

4° *Limitation de la durée de passage du courant.*

Différents dispositifs, naturellement assez compliqués, mais dont la solidité répond aux exigences des manipulations un peu brutales des travaux souterrains, ont été réalisés par divers constructeurs. Ils ne causent aucune gêne dans l'usage quotidien des appareils; ils exigent sans doute que les appareils soient plus largement conçus, mais c'est en faveur d'un meilleur fonctionnement des amorces.

5° *Commande directe ou par l'intermédiaire d'un ressort préalablement bandé.*

La force électro-motrice dépendant de la vitesse de rotation donnée à l'induit, le plus ou moins de vigueur apportée par l'opérateur à la manœuvre de la manivelle de commande de l'exploseur joue un rôle important surtout lorsque l'on est aux environs de la limite de capacité de l'exploseur. A ce point de vue, les machines pourvues d'un ressort-moteur, que l'on bande d'abord, sont supérieures parce que la mise en vitesse du rotor est indépendante de l'opération et est par conséquent beaucoup plus constante.

Mai 1935.

INSTITUT NATIONAL DES MINES
A FRAMERIES-PATURAGES

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1934

ANNEXE II

**Note préliminaire
sur la thermolyse mitigée des houilles**

PAR

LOUIS COPPENS,

Docteur en Sciences Chimiques,
Attaché à l'Institut.

INTRODUCTION.

Dans nos travaux antérieurs, nous avons étudié d'une façon approfondie la composition des gaz de mines; puis nous avons abordé la question de leur mode de gisement dans les veines de houille (1). Ce dernier point fait d'ailleurs actuellement l'objet d'adsorption sous pression élevée.

Ces travaux appellent comme suite logique l'étude de la façon dont, au cours de l'évolution, les réserves gazeuses des veines ont été produites et entretenues.

Le temps, la pression et la température sont les facteurs principaux de l'évolution. En ce qui concerne le temps, nous savons que l'évolution des houilles a demandé de longues périodes géologiques, encore que dans certains cas la vitesse de réaction ait pu être accélérée par élévation de la température.

Au point de vue qui nous occupe nous devons donc étudier également les transformations lentes qu'aucune préoccupation industrielle ne ferait retenir (2). Quant au facteur pression,

(1) Voir : *Annales des Mines de Belgique*, année 1931, pp. 165-190 et 191-221; année 1932, pp. 191-320; année 1933, pp. 151-180; année 1934, pp. 107-149; *Bulletin de la Société Chimique de Belgique*, Tome 43, 1934, pp. 335-381.

(2) A priori du moins.

celui-ci est intervenu principalement par sa répercussion sur la température d'évolution. Lors des périodes de plissements et de charriages la température des veines a pu s'accroître sensiblement au point de brusquer dans une certaine mesure l'évolution normale (1).

D'autre part les divers types de combustibles actuels semblent représenter sans discontinuité les différents stades de l'évolution des plantes vers l'anhracite et le graphite.

La thermolyse mitigée des différents types actuels de combustibles doit donc permettre de reproduire dans une certaine mesure les étapes successives de l'évolution et de se rendre compte de la production et de l'entretien des réserves gazeuses des veines (2).

Ces considérations nous ont amenés à étudier la thermolyse entre 0° et 300° des divers types de combustibles. Paraissant quelque peu théorique à première vue, l'étude envisagée permettra cependant d'établir une classification scientifique des divers types de houilles et pourra contribuer à une meilleure connaissance de leur composition et de leur utilisation rationnelle.

La présente note résume les résultats de deux essais préliminaires que nous avons effectués dans cette voie. Ils ont été faits avec deux combustibles qui, pour nos gisements, représentent des types extrêmes. Le premier des échantillons a été

(1) Certains géologues n'hésitent pas à attribuer aux efforts orogéniques des élévations de température qui auraient porté des paquets entiers de terrains jusque 5000°, y amenant une véritable semi-distillation des matières organiques (voir à ce sujet A. C. Fieldner, Constitution and Classification of Coal, *Fuel in Science and Practice*, Volume VIII, n° 1, 1929, pp. 36-45). D'autres considèrent les plissements et les charriages comme des phénomènes extrêmement lents et estiment par suite que la chaleur qui en résulte a pu se dissiper sans entraîner de fortes élévations de température. Quoi qu'il en soit, la présence d'inclusions résineuses sous forme de gouttelettes sphériques ou ellipsoïdales enrobées dans la matière charbonneuse semble indiquer que ces résines ont été liquéfiées ou tout au moins ramollies. On en déduit que des températures de 250° à 300° ont été atteintes dans ces cas. Le fait de la bonne conservation des résines montre que leur température de décomposition n'a pas pu avoir été atteinte. Voir à ce sujet « La température régnant au cours de la transformation du charbon », B. Neumann, *Brennstoff-Chem.*, 1934, T. 15, n° 2, pp. 26-27, 15 janvier.

(2) Encore faut-il se garder d'assimiler sans réserves l'évolution normale et lente avec la seule évolution accélérée que l'élévation de température nous permet de reproduire.

prélevé au puits n° 8 des Charbonnages de Hornu et Wasmes dans la couche « Grande Cossette » à 682 m.; la teneur en matières volatiles de ce combustible est de 35,12 p. c. Le second échantillon, un anthraciteux à 8,06 p. c. de matières volatiles, provient de la Grande Veine d'Oupeye en exploitation à 340 m. au siège Milmort des Charbonnages d'Abcoz et Bonne Foi-Hareng.

Voici la division de cette note :

Première partie : Mode opératoire;

Deuxième partie : Résultats;

Troisième partie : Interprétation des résultats;

Résumé et observations.

PREMIERE PARTIE

Mode opératoire.

Résumé.

Les charbons, finement broyés (voir deuxième partie pour la finesse), ont été soumis à l'extraction par le vide d'abord à 1,5° pendant 16 jours (1). Un vide complet et persistant était obtenu à l'aide de gel de silice plongé dans de l'oxygène liquide. Les gaz extraits pendant chaque journée étaient fractionnés et analysés.

Ensuite les charbons étaient chauffés progressivement jusque 301,5° en élevant chaque jour la température de 30 degrés. De cette façon la température était de 301,5° le vingt-sixième jour. Cette température fut maintenue du vingt-sixième jusqu'au vingt-neuvième jour y compris. Les gaz extraits pendant chaque jour de la période de chauffe furent de nouveau fractionnés et analysés.

Détails opératoires.

L'appareil, permettant de conduire deux opérations à la fois, est représenté schématiquement à la figure 1. Le four est formé d'une masse d'aluminium de forme parallélépipédique. Deux cavités cylindriques logent les ampoules A qui contiennent le charbon. Le chauffage se fait à l'aide de baguettes de silice traversant la masse du four. Le réglage automatique des températures est obtenu par un thermomètre à contact réglable. Un relai commandé par ce thermomètre envoie à travers les baguettes de chauffe tout ou une partie du courant. Ce mode de réglage permettait de maintenir une température déterminée à $\pm 0,3^\circ$ près. Pendant la période d'extraction préliminaire, le four entier était placé dans un thermostat à glace (non

(1) Le choix de la température de 1,5° paraîtra quelque peu étrange. C'est la température que parvenait à maintenir le thermostat à glace qui entourait le four renfermant les ampoules de charbon.

figuré). La température se maintenait ainsi constante à 1,5°.

L'ampoule S contenant de la silice colloïdale était placée dans de l'oxygène liquide et maintenait ainsi un vide complet, sauf pendant les périodes de dégagement de l'hydrogène. Celui-ci non adsorbé complètement par la silice devait alors être continuellement tiré à la trompe à mercure. Chaque jour les gaz

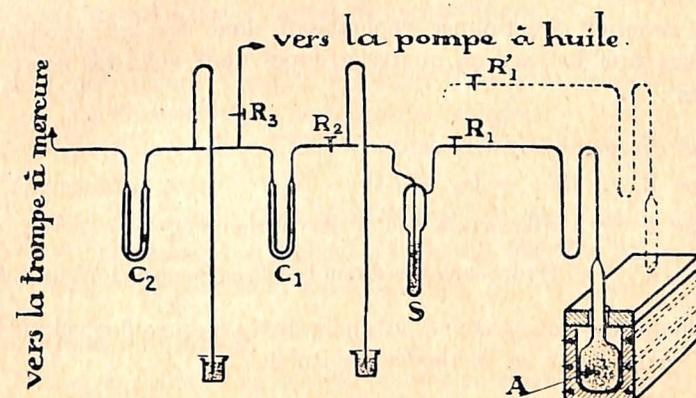


Fig. 1. — Appareil de thermolyse.

fixés par la silice étaient pompés et fractionnés. Voici comment on opérait :

Après extraction complète à la trompe à mercure de l'hydrogène produit pendant la journée, on fermait R_1 (R_3 reste tout le temps fermé). On plongeait C_1 dans de l'oxygène liquide tandis que C_2 était maintenu à -100° (cylindre en aluminium refroidi par de l'oxygène liquide). On enlevait ensuite l'oxygène liquide sous le condenseur S. Au fur et à mesure du réchauffement de la silice on pouvait ainsi pomper l'azote, l'oxyde de carbone, l'oxygène et le méthane. Quant aux gaz acides et aux hydrocarbures autres que le méthane, ils étaient retenus en C_1 .

On fermait ensuite R_2 et, après avoir enlevé l'oxygène liquide du condenseur C_1 , on pouvait tirer les gaz acides et les hydrocarbures en C_2 , C_3 et C_4 . Les hydrocarbures à nombre de carbones supérieur à quatre, non volatils à -100° , étaient retenus en C_2 . Le contenu de C_2 , après réchauffement ultérieur de ce

condenseur, était éliminé à l'aide de la pompe à huile (un condenseur plongé dans de l'oxygène liquide était intercalé entre le robinet R_3 et la pompe).

L'ensemble de l'appareil à gauche de R_1 était ainsi vidé. On fermait alors R_3 et, après avoir réouvert R_2 et R_1 et plongé S dans de l'oxygène liquide, l'extraction de la journée suivante commençait.

L'extraction fractionnée répartissait donc les gaz produits pendant une journée en quatre groupes dont voici les compositions :

Groupe B_1 ... H_2 ;

Groupe B_2 ... CH_4 — O_2 — CO — N_2 ;

Groupe A $\frac{188}{100}$... Gaz acides — hydrocarbures en C_2 — C_3 — C_4 ;

Groupe A $\frac{100}{t. ord.}$... Hydrocarbures à nombre de carbone supérieur à 4.

Chacun des trois premiers groupes, après mesure des volumes, était analysé par les méthodes habituelles.

SECONDE PARTIE

Résultats.

Origine, désignation et aspect des échantillons.

Charbon n° 1 :

Veine Grande Cossette à l'étage de 682 m. du puits n° 8 des Charbonnages de Hornu et Wasmes.

Aspect de l'échantillon : petites gaillettes très dures.

Charbon n° 2 :

Grande Veine d'Oupeye à 340 m. du siège Milmort des Charbonnages d'Abhooz et Bonne Foi-Hareng.

Aspect du charbon : gaillette dure.

Conditions de broyage.

Le broyage a été fait avec 25 boulets en acier de 55 à 70 mm. de diamètre pendant 8 heures dans le broyeur, du type Fontenelle, existant à l'Institut.

Degré de finesse des échantillons broyés soumis à la thermolyse.

		Ch. 1	Ch. 2.
Fraction limitée par les tamis	90/110	0,5 %	
» » » » »	100/140	0,8 %	
» » » » »	140/200	1,6 %	
Fraction passant le tamis	200 (1)	97,2 %	100 %

Poids de charbon mis en œuvre pour la thermolyse.

	Ch. tel quel	Charbon sec	Charbon vrai
Charb. I	201,65 gr.	196,18 gr.	185,24 gr.
Charb. II	171,60 gr.	168,13 gr.	162,88 gr.

(1) Les nombres de mailles par cm^2 de ces tamis sont les suivants :

90	1.050 mailles
110	1.568 »
140	2.540 »
200	5.184 »

Analyse immédiate des charbons avant et après thermolyse.

	Charbon tel quel			Charbon sec		Ch. vrai
	H ₂ O %	M.V.N. %	Cendr. %	M.V.N. %	Cedr. %	M.V.N. %
Charb. I :						
Avant thermolyse	2,71	32,26	5,43	33,16	5,58	35,12
Après thermolyse	0,92	31,48	5,66	31,77	5,71	33,70
Charb. II :						
Avant thermolyse	2,02	7,67	3,06	7,83	3,12	8,06
Après thermolyse	0,82	7,51	3,17	7,57	3,20	7,82

Comparaison des coques avant et après la thermolyse.

L'aspect des coques est identique.

Analyses des gaz extraits.

Les résultats de l'analyse des gaz extraits sont donnés dans les tableaux 1 et 2.

En ce qui concerne la précision des résultats, faisons simplement remarquer que les petits volumes furent mesurés à environ 3/1.000 de cm³ près; ceux dépassant 4 cm³ furent mesurés à 1 ou 2/100 de cm³ près. On remarquera que dans la partie des tableaux donnant la composition % des gaz extraits, la précision n'est pas celle que peut laisser supposer le maintien d'une décimale dans les différents nombres, surtout pour les échantillons de faible volume.

TROISIEME PARTIE

Interprétation des résultats.

Il serait prématuré de tirer des conclusions de ces premiers essais. Tout au plus pouvons nous essayer d'interpréter les chiffres des tableaux annexés à la présente note et attirer l'attention sur quelques particularités intéressantes.

• • •

En ce qui concerne la distinction entre les différents gaz que nous rencontrerons, précisons d'abord une nomenclature qui nous permettra d'abrégier le texte dans bien des cas.

« *Gaz de carrière* ». Nous entendrons par là l'ensemble des gaz qui, libres au point de vue chimique, sont contenus dans la houille *in situ*. C'est le grisou réellement contenu dans la veine.

Dans les « gaz de carrière » nous devons distinguer :

- a) La phase gazeuse : c'est la partie des « gaz de carrière » qui, libre aussi au point de vue physique, remplit sous pression plus ou moins considérable des vides de la houille depuis les vides observables à l'œil nu jusqu'aux espaces submicroscopiques que laissent entre eux les granules colloïdaux de la houille;
- b) La phase adsorbée : c'est la partie des « gaz de carrière » qui, liquéfiée ou même solidifiée, est retenue à la surface des colloïdes de la houille. Cette phase condensée, qui forme la majeure partie des « gaz de carrière », est en équilibre avec la phase gazeuse. Nous savons que cet équilibre est fonction de la température du système, de la nature et de la pression de la phase gazeuse et enfin du degré d'évolution de la houille;
- c) Les gaz dissous : la houille compacte étant une matière peu perméable il faut bien admettre qu'une molécule gazeuse issue par décomposition d'une des nombreuses

molécules constituantes d'un granule colloïdal mette un certain temps à diffuser vers la surface du colloïde. Il y a donc lieu d'envisager aussi les « gaz dissous ». En réalité la partie dissoute des « gaz de carrière » doit être très faible si l'on considère la rapidité avec laquelle on peut, malgré l'imperméabilité du charbon, extraire la plus grande partie des « gaz de carrière ».

Gaz de thermolyse. Nous entendons par là les gaz auxquels donne lieu la transformation chimique accélérée du combustible par élévation de la température.

A. — *Interprétation des résultats relatifs à l'extraction à 1,5°.*

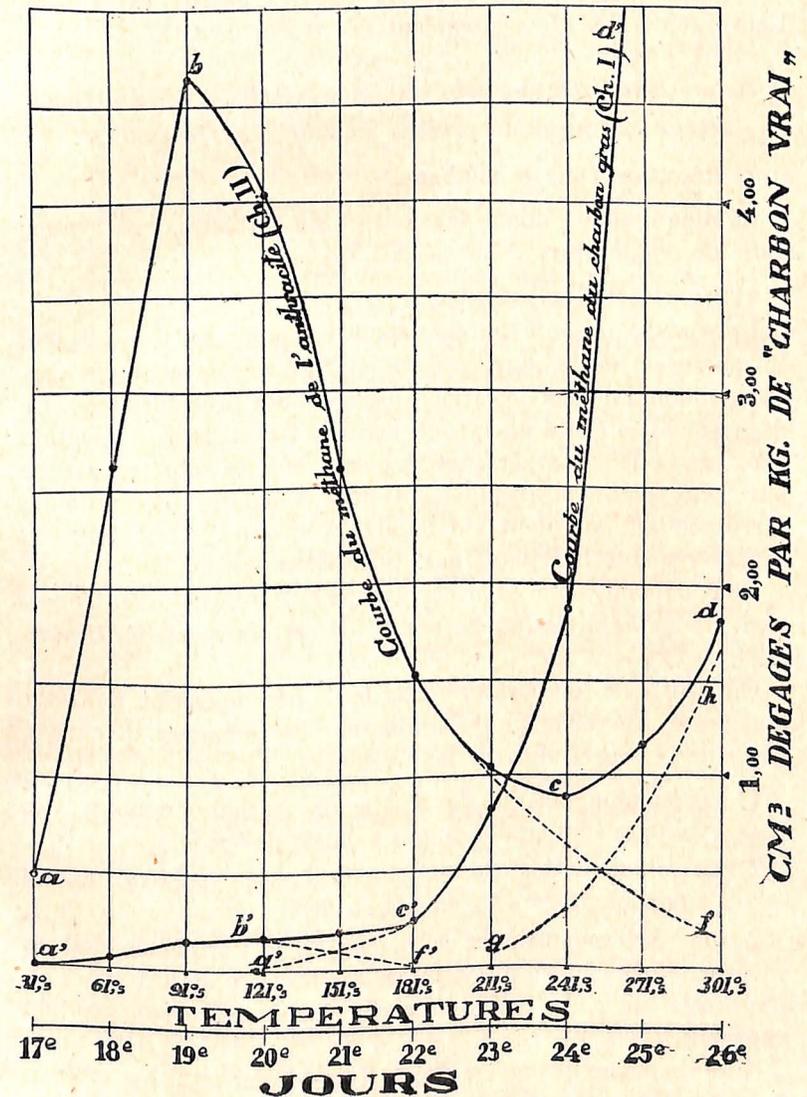
Cette partie des résultats est peu intéressante; elle se rapporte aux faibles volumes des gaz de carrière que le broyage a laissés dans les échantillons.

Cependant nous pouvons faire remarquer la plus grande lenteur avec laquelle l'anthraciteux abandonne ses résidus de gaz de carrière : Au bout du premier jour d'extraction, le méthane a été entièrement éliminé du charbon gras alors que l'anthraciteux fournissait encore des traces mesurables après seize jours d'extraction. La plus grande difficulté d'extraction de l'anthraciteux se manifeste de même pour les autres gaz. Elle est surtout frappante pour l'anhydride carbonique. Alors qu'à l'origine le volume d'anhydride carbonique contenu dans le charbon gras devait être supérieur (122 cm³ de CO₂ extraits par kg. le premier jour contre 109 cm³ pour l'anthraciteux), les volumes extraits diminuent et restent nettement inférieurs du second jusqu'au seizième jour d'extraction (6 et 0,28 cm³ respectivement pour le charbon gras contre 48 et 1,07 cm³ pour le charbon maigre).

La plus grande facilité avec laquelle le charbon gras abandonne son résidu de gaz de carrière peut tenir des différences du pouvoir adsorbant des deux charbons considérés. En effet, pour le charbon de Grande Cossette, nous avons trouvé un pouvoir adsorbant égal à 5,150 alors que celui de Grande Veine d'Oupeye était de 9,403.

Cependant on a quelque peine à admettre que la couche de gaz adsorbés puisse résister plusieurs jours à une extraction

DIAGRAMME I



dans le vide complet; il est donc possible que les dernières traces de gaz extraites à 1,5° correspondent aux petites quantités de gaz dissous.

A remarquer que les premiers volumes gazeux extraits de l'anhraciteux à 1,5° contenaient des traces de CO.

II. — *Interprétation des résultats relatifs à l'extraction depuis 1,5° jusqu'au premier jour de chauffe à 301,5°.*

1° Résultats pour le méthane.

Le diagramme I donne les courbes du méthane dans l'intervalle de température : 1,5° — 301,5°.

a) Courbe de l'anhracite.

La courbe présente un maximum au point *b* ($t^{\circ} = 91,5^{\circ}$). La partie *ab* de la courbe correspond au dégagement des derniers volumes de gaz de carrière (gaz dissous probablement). Ce dégagement se fait à un rythme accéléré par suite de l'élévation progressive de la température. A partir de *b* les volumes extraits par jour diminuent rapidement pour atteindre un minimum correspondant au point *c* (241,5°). A droite du minimum, la courbe remonte indiquant par là la décomposition du charbon.

Nous pouvons donc affirmer que pour l'anhracite le dégagement de méthane de thermolyse a lieu certainement dès l'intervalle 241,5° — 271,5°.

En réalité, la température initiale de décomposition doit être plus basse. Au voisinage du minimum *c* les ordonnées de chaque point de la courbe doivent leur valeur :

- 1) au volume extrait de résidu de méthane dissous. Ces volumes vont en diminuant à partir de *b*;
- 2) au volume extrait du méthane de thermolyse. Ces volumes augmentent de plus en plus à droite de *c*.

A une certaine distance à gauche de *c*, l'ordonnée doit sa valeur uniquement au gaz dissous. Au fur et à mesure que l'on s'approche de *c*, la composante due au gaz de décomposition augmente.

A une certaine distance à droite de *c*, ce sont seuls les volumes de méthane de thermolyse qui fixent la valeur de l'ordonnée des différents points de la courbe.

Si le tracé *bf* pouvait être regardé comme étant la courbe réelle d'extraction des dernières traces de gaz dissous, nous pourrions construire la courbe véritable du dégagement du méthane de thermolyse (*gk*). On aurait les différentes ordonnées de la courbe en retranchant des ordonnées du tracé *cd* les ordonnées correspondantes du tracé pointillé de *bf*, supposé exact.

On peut donc estimer que la libération du méthane thermolyse commence pour l'anhracite aux environs de 200°.

b) Courbe du charbon gras.

La courbe présente un point *b'* rappelant quelque peu le point *b* de la courbe de l'anhracite. Comme au point *b'*, la valeur de l'ordonnée est très faible, nous sommes certains que dès *c'* les points de *c'd'* donnent les volumes réels du méthane de thermolyse. La partie *c'g'* obtenue par extrapolation graphique de *c'd'* n'en devient que plus certaine.

Le charbon gras se décompose donc d'une façon mesurable avec dégagement de méthane dès l'intervalle de température : 90° — 120°.

En comparant les deux charbons au point de vue du dégagement de méthane de thermolyse, on voit donc que ce dégagement se manifeste d'une façon mesurable vers les 100° pour le charbon gras. Cette température initiale de décomposition semble devoir être de 200° environ pour l'anhracite. En comparant les volumes de CH₄ dégagés aux mêmes températures par les deux charbons, on remarque que ceux dégagés par le charbon gras sont nettement supérieurs à ceux donnés par l'anhracite. Les différences s'accroissent au fur et à mesure que s'élève la température; à 300° les volumes de méthane dégagé atteignent 35 cm³ par kg. par jour pour le charbon gras contre 1,9 cm³ pour l'anhracite.

2° Résultats pour le CO₂ (+ H₂S).

Ils montrent également le maximum correspondant à l'extraction des derniers volumes de gaz dissous. Ils indiquent que pour le charbon gras le commencement de la décomposition sensible peut se situer aux environs de 100°.

Dès l'intervalle 181,5° — 211,5° le charbon gras commence à libérer de l'H₂S dosé ensemble avec le CO₂.

3° Résultats pour le CO.

Les résultats du CO se rapprochent pour les deux charbons. Jusqu'à 271,5° les volumes de CO dégagés sont nettement supérieurs à ceux du CH₄. On peut se demander si le fait n'est pas dû à l'oxydation partielle qu'ont subie les échantillons pendant le broyage en présence d'air.

4° Résultats pour l'hydrogène.

Le dégagement de l'hydrogène est bien faible pour l'antraците. Dans l'intervalle 271,5° — 301,5° le volume libéré était de 0,92 cm³ contre 27,80 cm³ pour le charbon gras. La température initiale de dégagement d'hydrogène est d'ailleurs plus basse pour le charbon gras.

5° Résultats pour les hydrocarbures saturés.

Anthraciteux : Il y a un maximum à 91,5° correspondant à l'extraction des derniers volumes dissous. Par après les volumes extraits diminuent de plus en plus.

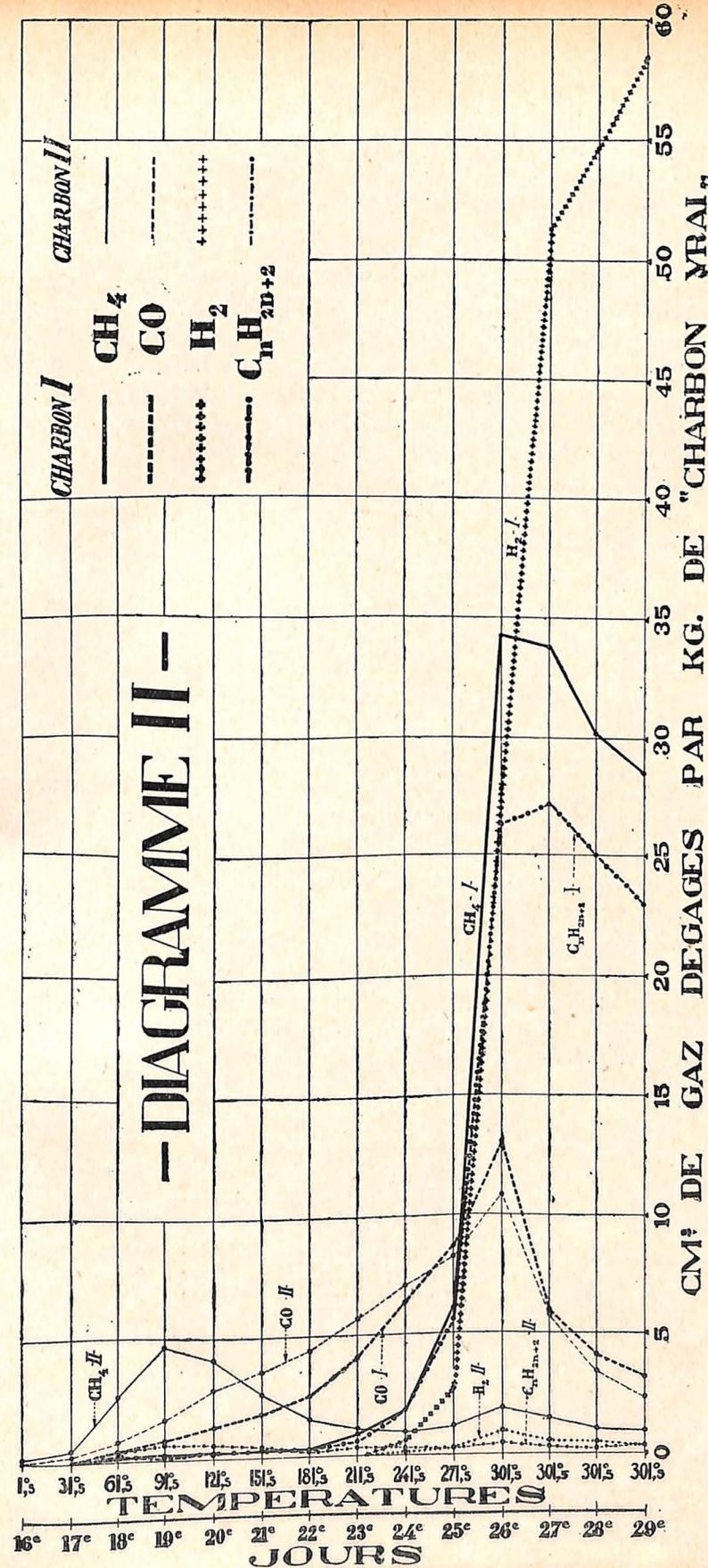
Charbon gras : Le maximum correspondant à l'extraction des derniers volumes dissous est absent (ou peu sensible du moins). Par contre avec l'élévation de température la production d'hydrocarbures saturés de thermolyse s'accélère. Dans l'intervalle 271,5° — 302,5°, on a extrait 26,34 cm³ contre 0,37 cm³ pour l'antraцитеux.

6° Résultats pour les hydrocarbures non saturés.

Les hydrocarbures non saturés sont absents pour l'antraците. Les volumes dégagés par le charbon gras ne deviennent mesurables que vers 300°.

7° Résultats pour le gaz total.

Dans la période d'extraction des gaz de carrière (extraction à 1°5), le charbon anthraciteux donne des volumes gazeux légèrement plus élevé (nettement pour le méthane). Dans la période de décomposition, au contraire, les volumes dégagés par le charbon gras deviennent rapidement prépondérants (à 301°5. 314 cm³ par kg. et par jour pour le charbon gras contre 42 cm³ pour le charbon maigre).



III. — *Interprétation des résultats relatifs aux différents jours de chauffe à 301,5°.*

Cette partie comprend la période de chauffe à 301,5°, soit les 26, 27, 28 et 29^e jours. (Voir diagramme II.)

On voit que pendant le premier jour de chauffe à 301,5° (26^e jour) les volumes dégagés sont considérablement accrus, surtout pour le charbon gras. L'accélération brusque de la thermolyse se manifeste surtout dans le dégagement de l'hydrogène, du méthane et des autres hydrocarbures saturés.

L'extraction des 27^e, 28^e et 29^e jours montre que les modifications qui, dans le charbon gras, s'amorcent pour une température donnée sont loin d'être achevées au bout de 24 heures. Bien au contraire.

Pour l'hydrogène de thermolyse, la vitesse de dégagement s'accroît presque au double pendant le 27^e jour et les volumes dégagés pendant les 28^e et 29^e jours sont loin de diminuer.

Cette constatation tout à fait surprenante ne concerne que le charbon gras.

Le dégagement de CH_4 diminue dès le 27^e jour pour les deux charbons alors que celui des autres hydrocarbures saturés augmente encore sensiblement, dans le cas du charbon gras du moins, pour diminuer ensuite dès le 28^e jour.

Les volumes d'hydrocarbures non saturés dégagés par le charbon gras pendant le 26^e et 27^e jour sont sensiblement constants, mais un léger accroissement a lieu pendant la 28^e journée. Par après les volumes dégagés diminuent. Le charbon maigre ne donne presque pas d'hydrocarbures non saturés.

L'anhydride carbonique (non représenté au diagramme II) et l'oxyde de carbone décroissent, pour les deux charbons, dès le deuxième jour de chauffe à 301,5°. En ce qui concerne le CO, faisons remarquer que les volumes de ce gaz dégagés par les deux charbons se rapprochent sensiblement.

RESUME ET OBSERVATIONS

Les deux essais que nous venons de décrire mettent en évidence la facilité avec laquelle évoluent les combustibles jeunes sous l'influence accélératrice de températures peu élevées.

Le rythme du dégagement des gaz de thermolyse montre la différenciation profonde de deux combustibles examinés, tant en ce qui concerne la température initiale de décomposition que l'importance des volumes gazeux dégagés aux mêmes températures.

Toutefois les volumes d'oxyde de carbone dégagés par les deux combustibles sont très voisins. Peut-être faut-il attribuer cette particularité à l'oxydation des échantillons pendant le broyage. Le fait que le dégagement de CO se manifeste dès la température ordinaire mérite également d'être signalé.

Une constatation surprenante est l'accroissement du dégagement de l'hydrogène à chaque jour de chauffe à 300°. Cette particularité qui ne se manifeste que pour le charbon gras mérite d'être examinée de plus près.

On ne peut s'empêcher de rapprocher les différences de comportement des deux combustibles du danger différent qu'ils présentent au point de vue des coups de poussières. Pratiquement nul pour les charbons maigres, ce danger devient une des principales préoccupations dans l'extraction des charbons gras. Nul doute que cette aptitude d'inflammation des charbons à hautes teneurs en matières volatiles est fonction de la facilité avec laquelle ces charbons sont pyrolysés par la flamme primaire et aussi de l'importance et de la nature des gaz dégagés par un même effet thermique préliminaire. Ce travail préparatoire montre l'intérêt qu'il y aurait, déjà à ce seul point de vue, d'examiner les courbes de dégazage de quelques combustibles types. Ces expériences devraient cependant se faire dans des limites de température quelque peu plus étendues. Nul doute qu'elles fourniraient des renseignements précieux en bien des domaines.

Pâturages, avril 1935.

INSTITUT NATIONAL DES MINES
Frameries-Pâturages

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1934.

E R R A T A

- Page 23 (dernière ligne de la 4^e colonne du tableau) :*
Lire : 706.491 au lieu de 70.691.
- Page 26 (1^{re} ligne de la 1^{re} colonne) :*
Lire : 24-1-1934 au lieu de 24-2-1934.
- Id. (2^e ligne de la 1^{re} colonne) :*
Lire : 20-8-1934 au lieu de 10-8-1934.
- Page 27 (3^e ligne de la 3^e colonne) :*
Lire : 13C/5208 au lieu de 13E/5208.
- Page 30 (1^{re} ligne de la 3^e colonne) :*
Lire : 13C/5190 au lieu de 13F/5190.
- Id. (3^e ligne de la 4^e colonne) :*
Lire : 17 amp./heure au lieu de 18 amp./heure.
- Id. (4^e ligne de la 1^{re} colonne) :*
Lire : 29/1/1934 au lieu de 21-1-1934.
- Id. (4^e ligne de la 3^e colonne) :*
Lire : 13G/6130 au lieu de 13C/6130.
- Page 54 (7^e ligne de la 3^e colonne) :*
Lire : 23,18 au lieu de 32,18.

ANNEXE I.

- Page 85 (4^e ligne de la 8^e colonne du tableau IV) :*
Lire : 14,6 au lieu de 14,96
- Page 91 (9^e ligne en partant du bas) :*
Lire : type B.M.N. au lieu de B.M.V.
- Page 92 (9^e ligne en partant du bas) :*
Lire : type B.M.N. au lieu de B.M.V.

- Page 93 (7^e ligne) :
Lire : 29 ohms au lieu de 20 ohms.
- Page 95 (12^e ligne) :
Lire : disque isolant F.
- Id. (14^e ligne) :
Lire : secteur en bronze G.
- Page 108 (3^e ligne) :
Lire : et par quatre au lieu de et par deux.
- Page 112 (6^e ligne) :
Lire : $1\frac{1}{4} \times 0,225$ au lieu de $10 \times 0,225$.
- Page 122 (3^e ligne de la 6^e colonne du tableau XIII) :
Lire : 1,75 au lieu de 81,75.
- Page 131 (14^e ligne) :
Lire : $\frac{0,16}{1,6}$ au lieu de $\frac{0,16}{1,16}$.
- Page 145 (5^e ligne en partant du bas) :
Lire : 0,604 au lieu de 0,064.

ANNEXE II.

- Page 149 (4^e ligne du texte) :
Lire : l'objet d'expériences d'adsorption.
- Page 154 (13^e ligne) :
Lire : Groupe A — 188
— 100
- Id. (14^e ligne) :
Lire : Groupe A — 100
t. ord.
- Page 161 (4^e ligne) :
Lire : (gh) au lieu de (gk).
- Page 164 (14^e ligne du texte) :
Lire : 29^e au lieu de 29.
- Id. (24^e ligne du texte) :
Lire : volumes dégagés et non dépagés.

NOTES DIVERSES

Aperçu sur l'activité des mines de houille du bassin du Nord de la Belgique au cours du deuxième semestre 1934

PAR

M. J. VRANCKEN,

Ingénieur en Chef-Directeur du 10^e Arrondissement des Mines, à Hasselt.

1. — CONCESSION DE BEERINGEN-COURSEL

Siège de Kleine Heide, à Coursel.

Puits.

Au puits I, l'aménagement de l'envoyage à 727 mètres, comprenant le montage des charpentes, des quatre paliers pour le personnel et le placement de tuyauteries, a été achevé. Un treuil à air comprimé actionnant deux cages dans le compartiment destiné à la quatrième machines d'extraction, assure la liaison entre les deux étages de 727 et 789 mètres.

Sondages de reconnaissance.

Un sondage, portant le n° 106, a été exécuté au Nord-Est de la concession, dans le but de déterminer la cote de la plateforme houillère et de reconnaître le gisement se trouvant au delà de la troisième faille de l'Est.

Il est situé sur la commune de Beverloo, hameau de Corspel, entre les sondages 62 et 55; ses coordonnées sont les suivantes :

Longitude	62.204,26
Latitude	77.090,81
Altitude de l'orifice	46 m. 17

Il a atteint le houiller à la profondeur de 678 m. 04, soit à 631 m. 87 sous le niveau de la mer, et a été arrêté à 1.257 m. 40.

Il a été soigneusement cimenté.