

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL  
ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE

ADMINISTRATION DES MINES

# ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

[622.05]

ANNÉE 1931

P 1273

TOME XXXII. — 1<sup>re</sup> LIVRAISON



~~35364~~

R

**BRUXELLES**  
**IMPRIMERIE Robert LOUIS**

37-39, rue Borrens

Téléph. 48.27.84

1931

~~35364~~



# Annales des Mines de Belgique

## COMITE DIRECTEUR

- MM. J. LEBACQZ, Directeur général des Mines, à Bruxelles, *Président*.  
G. RAVEN, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Bruxelles, *Secrétaire*.  
J. SWOLFS, s/Directeur à l'Administration centrale des Mines, à Bruxelles, *Secrétaire-adjoint*.  
V. FIRKET, Inspecteur général des Mines, à Liège.  
G. NIBELLE, Inspecteur général des Mines, à Mons.  
E. LEGRAND, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Université de Liège, à Liège.  
L. DEN EL, Inspecteur général des Mines, Professeur d'exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Liège.  
L. DELRUELLE, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Liège.  
A. HALLEUX, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'École des Mines et Métallurgie (Faculté technique du Hainaut) et à l'Université de Bruxelles, à Bruxelles.  
L. LEBENS, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Liège.  
P. FOURMARIER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liège, Membre titulaire de l'Académie Royale des Sciences, Membre du Conseil géologique de Belgique, à Liège.  
A. RENIER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Chef du service géologique de Belgique, Chargé de cours à l'Université de Liège, Membre correspondant de l'Académie Royale des Sciences, à Bruxelles.  
AD. BREYRE, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Chargé de cours à l'Université de Liège, Directeur de l'Institut National des Mines, à Bruxelles.  
A. DELMER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liège, Secrétaire général du Ministère des Travaux publics, à Bruxelles.

La collaboration aux *Annales des Mines de Belgique* est accessible à toutes les personnes compétentes.

Les mémoires ne peuvent être insérés qu'après approbation du Comité Directeur.

En décidant l'insertion d'un mémoire, le Comité n'assume aucune responsabilité des opinions ou des appréciations émises par l'auteur.

Les mémoires doivent être inédits.

Les *Annales* paraissent en 4 livraisons respectivement dans le courant des premier, deuxième, troisième et quatrième trimestres de chaque année.

Abonnement pour 1930 } pour la Belgique : 85 fr. par an ;  
pour l'Etranger : 100 fr. par an.

Pour tout ce qui regarde les abonnements, les annonces et l'administration en général, s'adresser à l'Editeur, IMPRIMERIE ROBERT LOUIS, 37-39, rue Borrens, à Ixelles-Bruxelles.

Pour tout ce qui concerne la rédaction, s'adresser au Secrétaire du Comité Directeur, rue de l'Association, 28, à Bruxelles.

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL  
ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE

ADMINISTRATION DES MINES

# ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

[622.05]

ANNÉE 1931

TOME XXXII.— 1<sup>re</sup> LIVRAISON

P 1273  
~~35364~~



BRUXELLES  
IMPRIMERIE Robert LOUIS

37-39, rue Borrens

Téléph. 48.27.84

1931



# RAPPORT

SUR LES

## Travaux de l'Exercice 1930

### SOMMAIRE

I. — <i>Travaux sur les explosifs :</i>		
A) Etude du tir simultané . . . . .	4	
B) Question de la gaine de sûreté . . . . .	5	
C) Epuration du grisou de la Station . . . . .	8	
D) Etude générale sur les explosifs S. G. P. . . . .	12	
E) Recherches sur l'influence de la position des charges dans le tir au mortier . . . . .	12	
F) Travaux du Bois de Colfontaine . . . . .	13	
G) Expériences organisées au Charbonnage de Monceau-Fontaine . . . . .	15	
II. — <i>Travaux sur les lampes :</i>		
A) Etude sur les auréoles des lampes . . . . .	16	
B) Lampe Grard . . . . .	20	
Grisoumètre Daloz-Arras . . . . .	32	
C) Appareil d'essai pour atmosphère au repos . . . . .	45	
D) Fermeture des lampes électriques . . . . .	45	
III. — <i>Travaux sur les appareils électriques antidéflagrants</i> . . . . .		46



IV. — <i>Travaux sur la question des étincelles</i> . . . . .	47
A) Les étincelles de choc ou de frottement; les étincelles de l'air comprimé . . . . .	47
B) Les étincelles du courant électrique . . . . .	82
C) Ionisation des gaz d'explosifs . . . . .	106
V. — <i>Les visites éducatives en 1930</i> . . . . .	106
VI. — <i>Travaux spéciaux et recherches scientifiques.</i>	
A) Analyse des grisous . . . . .	107
B) Pouvoir absorbant des houilles. . . . .	115
C) Etude d'un charbon de dégagement instantané . . . . .	116
VII. — <i>Annexes.</i>	
1. Note de MM. Van Oudenhove et Nenquin sur les températures de détonation des explosifs S. G. P. . . . .	118
2. Note de M. Lefèvre, Ingénieur au Corps des Mines, sur les expériences de minage faites en 1930 au Charbonnage de Monceau-Fontaine . . . . .	147
3. Note de M. L. Coppens, Docteur en sciences, sur l'analyse exacte des grisous . . . . .	165
4. Note de M. L. Coppens sur l'adsorption des gaz dans les houilles et son application au gisement du grisou . . . . .	192

C'est à partir de 1930 que toutes les installations de l'Institut National des Mines se sont trouvées définitivement groupées en un seul ensemble situé à Pâturages, à 2,5 km. de Frameries. Les galeries d'essais des explosifs, des lampes, des appareils électriques, les divers laboratoires de chimie, physique, etc. sont donc transférés à Pâturages.

A l'ancien emplacement de la station d'essais, dans les dépendances du siège Grand-Trait des Charbonnages Belges, restent seulement notre captage de grisou et le premier gazomètre, d'où le gaz inflammable est amené par une canalisation souterraine à notre second gazomètre à l'Institut à Pâturages.

## I.

### TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS

Notre galerie de Pâturages a été mise à contribution d'une façon toute spéciale au cours de 1930.

Nous avons effectué 533 tirs pouvant se répartir comme suit :

94 tirs de classement et de reconnaissance;

57 tirs de contrôle;

9 tirs pour reclassement;

77 tirs pour l'étude du tir en volées, indépendamment de quelques autres effectués à l'occasion de visites éducatives;

21 tirs de recherche sur la gaine pulvérulente;



- 5 tirs de recherche sur la gaine rigide;
- 49 tirs de recherche relatifs à l'influence de la teneur en oxygène du mélange grisouteux;
- 24 tirs de recherche relatifs à l'influence des enveloppes paraffinées des explosifs gainés;
- 50 tirs de recherche relatifs à l'influence de la position de la charge;
- 149 tirs effectués à l'occasion de visites éducatives ou en guise de préparation à d'autres expériences, telles que la vérification de l'inflammabilité des poussières.

#### A. — Etude du tir simultané.

Nous avons installé dès le début de l'année, deux mortiers dans la galerie d'essai, en avant du mortier fixe ancré dans la maçonnerie du fond.

Les tirs simultanés ont été effectués avec deux charges-limites de tous les explosifs S. G. P., en grisou et en poussières, sans obtenir d'inflammation.

Un explosif nouveau, en reconnaissance, a donné lieu à inflammation et a été refusé.

A la galerie n° 2 de Colfontaine, nous avons exécuté, dans le même ordre d'idées, des volées de mines sans bourrage, atteignant jusqu'à 6 kilogrammes d'explosifs répartis en cinq ou six mines, sans réussir à enflammer le grisou.

Dans cette seconde partie de l'étude, nous avons utilisé aussi bien du grisou vivifié par l'oxygène que le grisou naturel chargé d'azote, de la Station (1).

Pour les tirs à la galerie de Pâturages, malheureusement, nos expériences ont été faites toutes en grisou azoté, le dispositif étant déjà démonté lorsque nous nous

(1) Voir, à ce sujet, le chap. C ci-après : Epuration du grisou de la station.

sommes aperçu en août de la grande pureté des grisous prélevés en massif vierge.

Le but de cette étude était d'examiner la possibilité d'apporter un tempérament à l'article 23 du règlement de 1920 sur les explosifs qui interdit tout tir simultané dans les voies d'exploitation des mines de 2<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup> catégorie.

Cette interdiction, excellente en soi, est de nature à provoquer cependant dans la pratique des imprudences : le boutefeux ne refait pas les constatations du grisou avant chaque tir.

Avant de procéder à une modification du règlement, il paraît opportun que des dérogations judicieusement accordées permettent de reconnaître si leur application ne soulèverait pas d'autres inconvénients insoupçonnés.

Disons, en terminant ce chapitre, que les résultats des expériences effectuées sur le tir simultané s'expliquent malaisément et sont assez difficilement compatibles avec la diminution de la charge-limite parallèlement à la section, fait relevé précédemment en Belgique et à l'étranger.

Nous n'avons pas encore d'explication satisfaisante à fournir.

#### B. — Question de la gaine de sûreté.

L'arrêté ministériel de 1924 avait imposé la gaine rigide, sans aucune interposition de papier entre l'explosif et la gaine (1).

Il n'avait jamais pu être appliqué par suite des migrations de matières qui s'effectuent entre l'explosif et sa

(1) Pour nos lecteurs étrangers, rappelons que la gaine de sûreté est une enveloppe cylindrique de section annulaire entourant la cartouche d'explosif et constituée de matières extinctrices de composition spéciale. La cartouche habituelle, avec enveloppe paraffinée, est donc contenue dans un sachet de plus grand diamètre, où elle est soigneusement centrée. L'intervalle de 3 millimètres au moins d'épaisseur est donc rempli de la matière gainante.



gaine, et qui rendent, après peu de temps, l'explosif complètement inutilisable.

Pour sortir de cette situation de fait irrégulière, nous avons recherché quel poids de matière gainante était nécessaire pour pouvoir tirer, sans inflammation, une charge-limite d'explosif gainé suspendue dans une atmosphère inflammable à 8 % environ de méthane (en grisou naturel de la Station, contenant environ 20 % d'azote).

En même temps, les essais de conservation permettaient de conclure qu'il fallait limiter l'emploi du chlorure de sodium, à cause de son hygroscopicité.

D'un autre côté, diverses améliorations dans la constitution des fonds furent encouragées auprès des fabricants, de manière à supprimer toute surépaisseur inutile nuisant à la transmission de la détonation.

Les conclusions de cette étude furent sanctionnées par l'arrêté ministériel du 14 août 1930 qui fixa les conditions auxquelles doivent satisfaire les gaines : 1) poids minimum de matière gainante, 65 grammes par 100 grammes d'explosif; 2) matière gainante composée de 75 % de matière extinctrice et de 25 % de liant (plâtre ou argile). Comme matière extinctrice, on peut utiliser les fluorures de sodium ou de calcium, 65 % au maximum pouvant cependant être du chlorure de potassium ou de sodium; 3) épaisseur minimum de la gaine annuelle, 3 millimètres; 4) interdiction de paraffiner l'extérieur de la gaine.

Cet arrêté laisse le champ libre à toutes recherches en matière de gaine pulvérulente, semi-rigide ou rigide même, si l'on parvenait à en trouver une.

Nous avons repris des expériences sur les gaines rigides. Cinq explosifs différents, placés dans ces gaines, furent tenus en observation.

Les cartouches, entourées de papier parcheminé, furent conservées dans le local d'observation de la galerie, local moyennement humide, mais en tout cas moins humide que la généralité des dépôts d'explosifs de nos charbonnages.

Malgré le papier parcheminé plus ou moins imperméable, l'augmentation de poids atteignit rapidement 6 à 14 %, puis diminua sans revenir à zéro. Après 3 semaines déjà, l'explosif est altéré; après 5 semaines, la gaine se vide, devient plastique, l'ensemble forme une masse déliquescence.

Nous avons recommencé ces essais en vernissant l'intérieur de la gaine (vernis à l'alcool). Cette précaution a retardé les phénomènes sans les empêcher. L'augmentation de poids en un mois a été de 4 à 10 %.

L'altération des explosifs est moins rapide mais effective.

La gaine rigide semble donc actuellement irréalisable.

Cependant, comme l'absorption d'humidité par la surface extérieure de la gaine semble être un facteur amorçant les altérations, nous avons tenu, avant d'abandonner le sujet, à vérifier si une enveloppe extérieure en papier paraffiné — enveloppe interdite actuellement — était de nature à diminuer la sécurité de l'explosif gainé.

Nous avons donc paraffiné l'enveloppe extérieure des explosifs gainés en utilisant des charges croissantes de paraffine (de 3 à 20 grammes de paraffine par cartouche).

Au tir en galerie, nous n'avons pu constater d'aggravation du risque d'inflammation; mais les photographies des charges, faites à Colfontaine, montrent que les dards lumineux perçant à travers la gaine augmentent considérablement avec les enveloppes fortement paraffinées.



Le poids de ces gaines paraffinées reste très sensiblement constant. Il ne se produit pas d'absorption importante d'humidité.

*Conclusion.* — Dans l'état actuel, l'explosif lui-même est entouré d'une enveloppe paraffinée et aucune migration ne s'effectue entre l'explosif et la gaine.

Dès lors, aucune raison suffisante n'existe d'autoriser le paraffinage de l'enveloppe extérieure.

Mais cette question pourrait se reposer si, contre toute attente, on venait à imaginer une gaine rigide échappant aux migrations destructives signalées plus haut.

### C. — Epuration du grisou de la station.

C'est en août 1930 que les premiers résultats positifs de l'étude de M. Coppens — dont il sera parlé plus loin — nous confirmèrent que les grisous prélevés en massif vierge dans nos charbonnages différaient sensiblement de celui de notre Station par l'absence complète ou presque complète d'azote (1).

Le grisou qui alimente depuis 1902 la Station d'expériences provient d'anciens travaux du Charbonnage Grand-Trait, abandonnés en 1892 et isolés par un serrement à travers lequel notre canalisation puise le gaz.

Bien que ces travaux ne communiquent à la base avec aucune galerie, il se produit sans doute des rentrées d'air par des cassures résultant de l'exploitation : l'air oxyde, au contact, les massifs de charbon, perd donc son oxygène. L'acide carbonique produit est retenu en majeure partie à la sortie par notre épurateur, mais

(1) M. V. Firket, inspecteur général des Mines, à Liège, nous a fait part d'une constatation analogue qu'il avait faite en 1894 et qui n'avait jamais été publiée : le grisou provenant, au Charbonnage du Horloz, d'un sondage foré dans la couche Frédéric et celui capté dans un serrement fermant les vieux travaux de la couche Daignée donnaient respectivement à l'analyse les compositions suivantes : 1°  $\text{CH}_4$  96 à 97 %,  $\text{CO}_2$  : 0,4, N : 1. — 2°  $\text{CH}_4$  82 à 87,  $\text{CO}_2$  2 à 3, N : 7 à 16.

l'azote reste dans le gaz capté. Notre grisou naturel a, grosso modo, une composition moyenne de 80 % de méthane ( $\text{CH}_4$ ) et 20 % d'azote.

Les grisous vierges captés à ce jour dans nos charbonnages renferment au moins 95 % de méthane et au maximum 3,4 % d'azote.

Une vérification s'imposait d'urgence pour constater si nous étions encore habilités à tirer des conclusions de sécurité de nos expériences sur un grisou plus inerte que le grisou réel de nos fosses.

Heureusement, nous disposions d'un moyen rapide de rendre à notre grisou la virulence des plus purs : il suffisait, puisque pour les essais nous devons le diluer à 8-10 %, de lui ajouter de l'oxygène pur en quantité telle que cet oxygène forme, avec l'azote en excès, un mélange d'air habituel.

Il fallait donc, puisque dans l'air normal, l'oxygène est à peu près le quart de l'azote, ajouter en oxygène le quart de l'azote en excès dans le grisou.

Cette addition se fait aisément à l'aide de bonbonnes d'oxygène d'où nous transvasons le gaz dans une cloche jaugée, disposée à proximité de la galerie d'essai.

Nous ajoutons la quantité d'oxygène, calculée, au grisou naturel au moment du mélange des gaz et en réglant l'opération de telle sorte que l'addition du grisou et de l'oxygène s'effectue dans le même temps.

Lors de chaque essai important, on a soin d'analyser le mélange ainsi formé.

Comme il fallait s'y attendre, le grisou ainsi vivifié est plus dangereux.

Nous avons repassé tous les explosifs S. G. P. Chacun d'eux subit quatre essais successifs :

1°) tir au mortier de la charge-limite en grisou naturel de la Station;



2°) tir de la même charge en grisou vivifié;

3°) tir d'une charge-limite gainée suspendue en grisou naturel;

4°) tir de la même charge en grisou vivifié.

Les essais 1 et 3 nous permettaient de constater que l'explosif et sa gaine avaient conservé les qualités reconnues aux essais de classement ou de contrôle précédents.

Les essais 2 et 4 nous apprenaient ce que devient la sécurité en présence de grisou réel.

La plupart des explosifs supportèrent sans défaillance les trois premiers essais : deux durent être modifiés à la suite de l'essai 2.

Le quatrième essai ne fut supporté que très irrégulièrement et par quelques types seulement.

Comme cet essai est draconien, nous n'avons pas cru opportun d'en tirer une conclusion pratique.

L'influence de l'azote est sensible, mais n'est pas aussi importante que les chiffres de composition le feraient croire de prime abord.

Un mélange d'air à 10 % de méthane — c'est le maximum — renferme, si l'on part de CH<sub>4</sub> d'une pureté absolue : 10 % de CH<sub>4</sub>, 18,8 % d'oxygène et 71,2 % d'azote.

Un mélange à 10 % de CH<sub>4</sub> en partant de grisou renfermant 80 % de méthane et 20 % d'azote, contiendra :

12,5 % de grisou, soit 10 % de CH<sub>4</sub> et 2,5 % d'azote;

87,5 % d'air, soit 69,2 % d'azote et 18,3 % d'oxygène; soit, au total, 10 % de CH<sub>4</sub>, 71,7 % d'azote et 18,3 % d'oxygène.

On voit que les deux mélanges diffèrent seulement par une diminution de 0,5 % d'oxygène, et une augmentation parallèle du taux d'azote.

Les rapports de l'oxygène à l'azote passent de 0,264 (grisou vivifié) à 0,255 (grisou avec azote).

Ceci montre l'influence énorme que peut avoir une modification légère de l'atmosphère. Nous avons eu confirmation de cette influence dans les recherches sur les étincelles dont il sera parlé plus loin.

*Conclusion.* — Plus aucun essai important n'est effectué à l'Institut sans addition d'oxygène à notre grisou naturel.

Disons qu'il n'existe dans le fond, aucun phénomène tendant à augmenter la teneur en oxygène de l'air, au contraire, diverses causes d'oxydation, indépendamment de la respiration des hommes et des chevaux, tendent à diminuer le taux d'oxygène dans l'air des mines.

\* \* \*

La grande consommation de grisou faite en 1930 pour nos essais nous a obligés à placer un exhausteur mécanique à la sortie du puits d'air du Grand-Trait où débouche notre canalisation de captage.

Les craintes que nous avons eues un moment au sujet de l'alimentation de la Station se sont évanouies après cette installation, mais nous avons ainsi créé dans notre tuyauterie du fond, précédemment en pression, une dépression qui provoque des rentrées d'air dans notre gaz.

Ce n'est pas un inconvénient majeur, puisque ce gaz doit être dilué, mais cela augmente les quantités mises en oeuvre.

Il y a d'ailleurs, dans le fait qu'il a fallu installer un appareil d'appel, un indice d'un certain épuisement de notre source de grisou. Ce n'est pas la première fois que semblable défaillance apparaît, nous la signalons pour montrer que notre attention est attirée sur ce point.



#### D. — Etude générale sur les explosifs S.G.P.

Notre service chimique sécurité a fait une étude sur nos divers explosifs S. G. P.

Sauf deux qui ont une légère déficience d'oxygène, nos explosifs sont à combustion complète et les températures de détonation calculées varient de 1.353° à 1.690° si l'on admet la volatilisation du chlorure de sodium, de 1.713 à 2.091° si l'on n'admet pas cette volatilisation.

Cette étude est le début nécessaire de recherches sur les constituants et le rôle exact de chacun d'eux, recherches longues et compliquées, dont il serait prématuré d'entrevoir même actuellement le développement.

Grâce à l'arrivée en mars d'un Ingénieur-chimiste, nous avons été à même de contrôler les compositions d'explosifs agréés et d'intervenir utilement auprès des fabricants.

Le dosage de la fluorine dans les gaines a nécessité une mise au point longue et délicate à cause des qualités destructrices bien connues des composés du fluor.

Cette mise au point est terminée.

Nous donnons en annexe I le résumé de l'étude sur les températures de détonation de nos explosifs, étude faite par MM. Van Oudenhove et Nenquin.

#### E. — Recherches sur l'influence de la position des charges dans le tir au mortier.

La collaboration rétablie avec les organismes étrangers similaires aux nôtres nous permet de connaître au jour le jour les recherches effectuées à l'étranger et les résultats acquis avant toute publication de ceux-ci.

Cet avantage nous a permis de connaître les constatations faites en France et en Allemagne au sujet de

l'influence de la position de la charge d'explosif sur l'inflammation du grisou.

A l'Institut, pour pouvoir relier nos essais à ceux des expérimentateurs précédents — car l'essai au mortier n'est qu'un essai relatif qui permet de donner, *dans des conditions déterminées*, une comparaison entre les divers explosifs, — nous avons toujours disposé les charges de façon que l'extrémité antérieure affleure à l'orifice du fourneau.

A la suite des expériences étrangères portées à notre connaissance, nous avons concentré les charges au fond du mortier et avons constaté que la charge-limite diminue de 100 grammes environ pour les explosifs S. G. P. sans nitroglycérine, d'une quantité plus forte allant jusqu'à 300 grammes pour ceux contenant de la nitroglycérine.

Mais nos mortiers courts ne permettent pas un enfoncement des charges-limites donnant à l'avant un vide supérieur à 12-13 centimètres.

Il nous faudra poursuivre ces recherches dès que nous aurons reçu les mortiers longs commandés à la Société Cockerill.

Aussi bien, ces constatations, quoique troublantes, ne comportaient aucune sanction immédiate, car dans le tir réel de nos mines, nous avons deux coefficients de sécurité : l'emploi du bourrage obligatoire et le fait que le tir en roche — les essais de Colfontaine l'ont encore montré — donne plus difficilement inflammation que le tir au mortier.

#### F. — Travaux du bois de Colfontaine.

Nous avons surtout effectué des photographies de flammes d'explosifs. Les explosifs étaient soit placés dans des fourneaux creusés au rocher, soit suspendus à l'air libre dans la galerie.



Les photographies étaient prises soit de face, soit latéralement.

Parmi les recherches spéciales, signalons les résultats suivants :

1°) *Présence de cellulose dans les explosifs.* — Les trois explosifs dont les compositions suivent n'ont donné aucune différence appréciable dans l'étendue et la densité des flammes observées.

	A	B	C
Nitroglycérine . . .	10,00	10,00	10,00
Nitrocoton . . . .	0,10	0,10	—
Charbon de bois . . .	4,90	—	—
Nitrate d'ammoniaque.	63,00	63,00	58,00
Chlorure de sodium . .	22,00	22,00	22,00
Farine de bois . . . .	—	4,90	10,00

Ces essais avaient pour but de voir s'il fallait éviter la farine de bois, la conclusion est négative.

2°) *Flammes des explosifs S. G. P.*

a) Même tirés sans bourrage, nos explosifs S. G. P. ne laissent voir que des flammes excessivement réduites, localisées uniquement aux environs de l'orifice du fourneau;

b) La présence du bourrage supprime tout enregistrement lumineux sur la plaque;

c) L'amorçage antérieur donne les flammes les plus réduites.

Nous avons encore effectué à Colfontaine, des tirs en volée, des photographies de charges paraffinées, etc., dont il a déjà été parlé plus haut.

### G. — Expériences organisées aux Charbonnages de Monceau-Fontaine.

Nos galeries au rocher de Colfontaine ne permettent pas un travail suffisamment intense pour pouvoir en tirer dans un délai normal des conclusions raisonnablement assises.

C'est pourquoi nous nous sommes efforcés d'élargir le cadre de ces essais au rocher en demandant la collaboration d'un charbonnage.

Ayant appris qu'une galerie en chassage à l'étage de 845 mètres du siège n° 14 de Monceau-Fontaine devait avoir environ 600 mètres de développement, nous avons obtenu la bienveillante collaboration de la Direction de la mine (1) pour faire servir ce creusement de chantier d'expérience permettant d'élucider certains points qui intéressent plus spécialement le monde minier : ces points visent la comparaison de l'emploi d'explosifs gainés ou non gainés, d'explosifs comprimés ou non, de mines successives ou simultanées.

Un programme fut établi d'accord avec M. Desenfans, Directeur du 4<sup>e</sup> Arrondissement des Mines et M. l'Ingénieur des Mines Lefèvre suivit de près le développement du travail.

En 1930, deux points ont été établis : il n'y a pratiquement aucune différence entre les explosifs gainés et les explosifs non gainés dans les terrains moyens sous le rapport, ni de la consommation d'explosifs, ni de l'avancement, ni même du prix de revient.

D'autre part, la compression modérée des explosifs marque un avantage au point de vue de la consommation et de l'avancement.

Dès à présent, on peut conclure que la formule adoptée pour ces recherches est bonne et peut être mise à profit.

Nous donnons en annexe II le rapport de M. l'Ingénieur Lefèvre résumant les essais de 1930.

(1) Nous devons ici des remerciements spéciaux à M. Edg. Stein, Directeur-Gérant, actuellement Inspecteur général des Charbonnages de la Société Générale, M. Vogels, Directeur-Gérant, M. Delarge, Ingénieur en chef et à leurs dévoués collaborateurs.



## II. TRAVAUX SUR LES LAMPES

### A. — Etude sur les auréoles des lampes.

Cette étude a été terminée et a permis l'établissement de graphiques de vulgarisation montrés à l'occasion des visites de personnel surveillant. Nous les reproduisons ci-dessous.

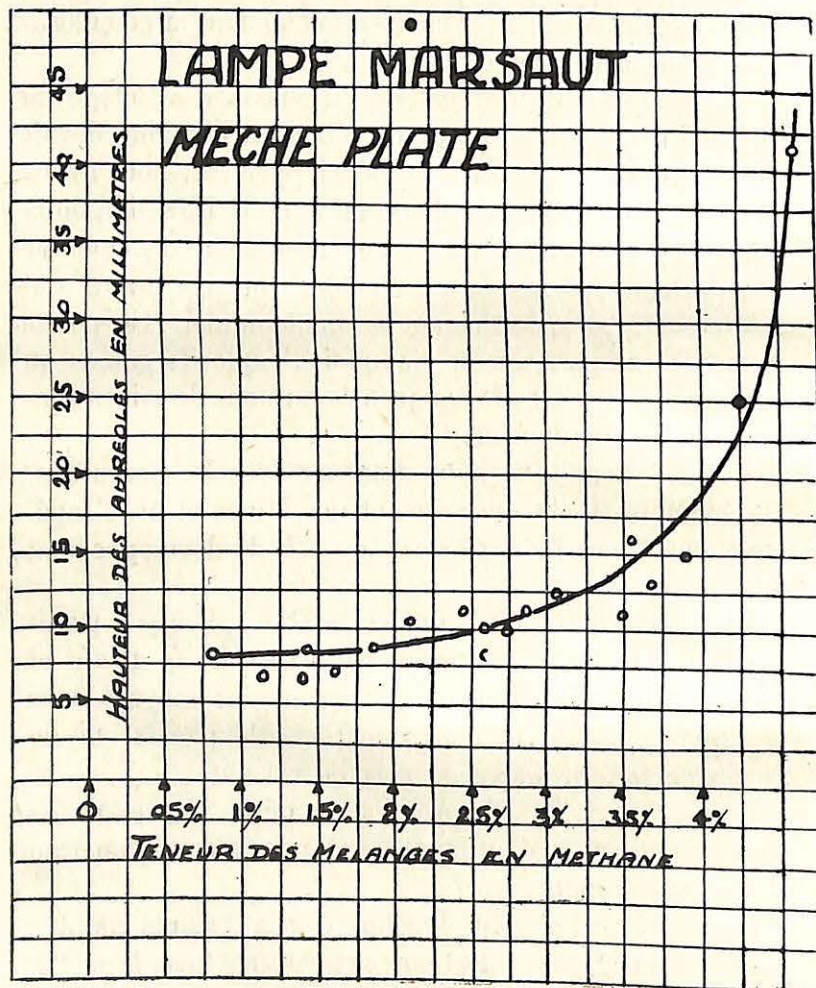


Fig. 1. — Auréoles du grisou dans les lampes à huile type Marsaut.

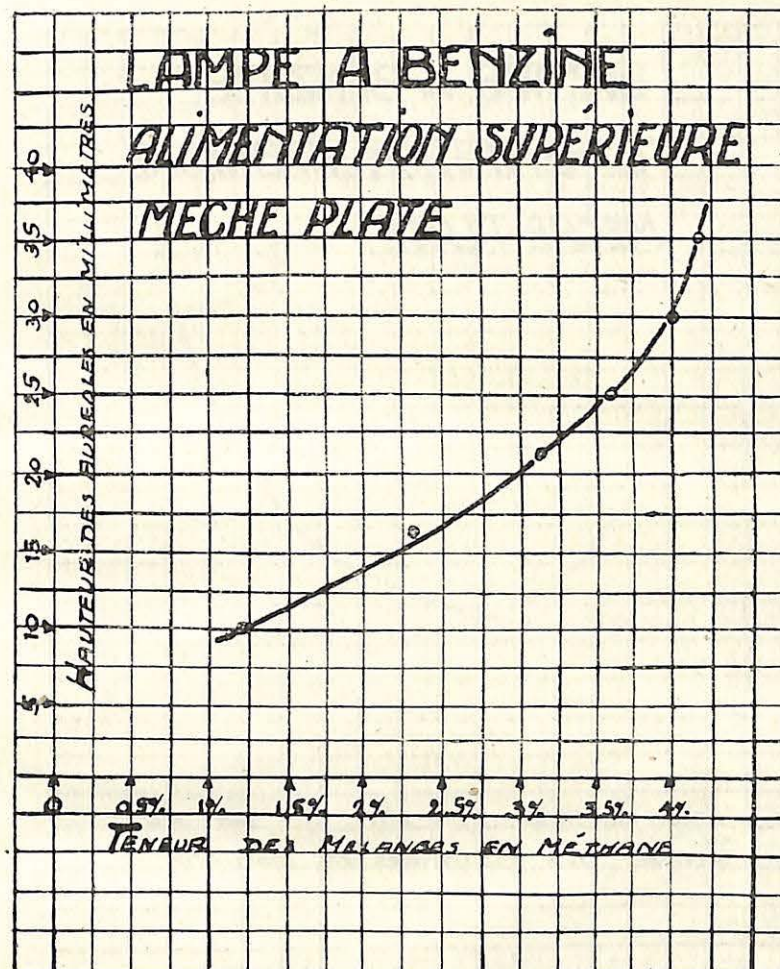


Fig. 2. — Auréoles du grisou dans la lampe Wolf à benzine à alimentation supérieure.



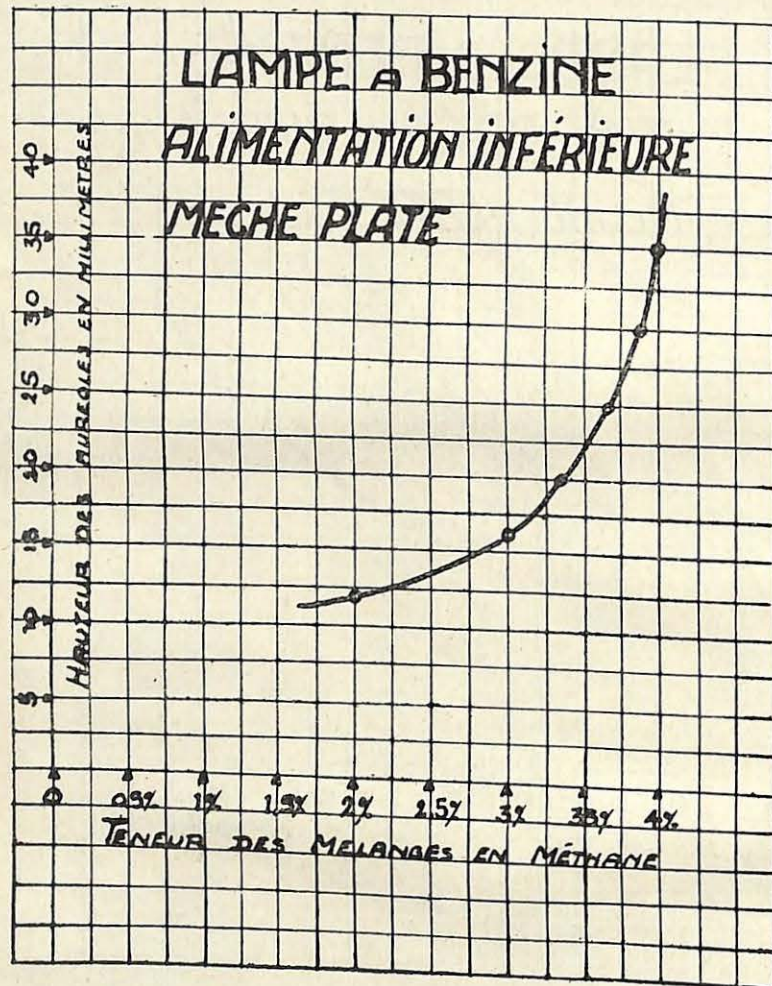


Fig. 3. — Auréoles du grisou dans la lampe à benzine à alimentation inférieure, mèche plate.

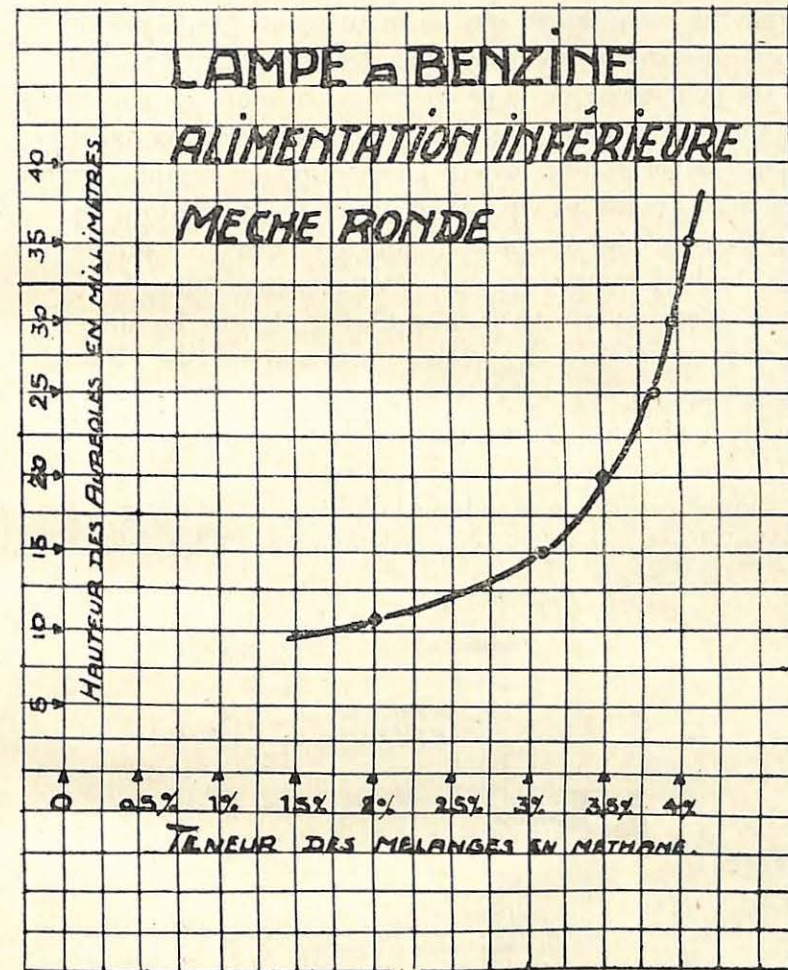


Fig. 4. — Auréoles du grisou dans la lampe à benzine à alimentation inférieure, mèche ronde.



### B. — Lampe Grard (lampe grisométrique à flamme).

La lampe de M. Grard, Directeur-adjoint du contrôle des mines de la Saar, a fait l'objet d'une série d'essais qui pourront être repris lorsque la construction industrielle de cette lampe sera mise au point. Dès à présent, il est intéressant d'en souligner les caractéristiques. (1)

On peut dire que le problème de la lampe de sûreté à flamme est résolu, c'est-à-dire que nous savons exactement quelles conditions ces lampes doivent remplir pour résister à toutes les vitesses et directions de courant qu'il est possible de rencontrer dans nos travaux miniers. Les doubles tamis soigneusement proportionnés, la cuirasse avec ouvertures bien calibrées, toutes les dimensions bien définies, les verres en cristal spécial : toutes ces précautions bien précisées ont créé une série de types parfaitement sûrs du moment qu'ils sont en bon état.

Ce qui peut perfectionner les lampes à flamme, c'est la simplification du nombre de pièces — d'où grande facilité d'entretien — le remplacement des joints plus ou

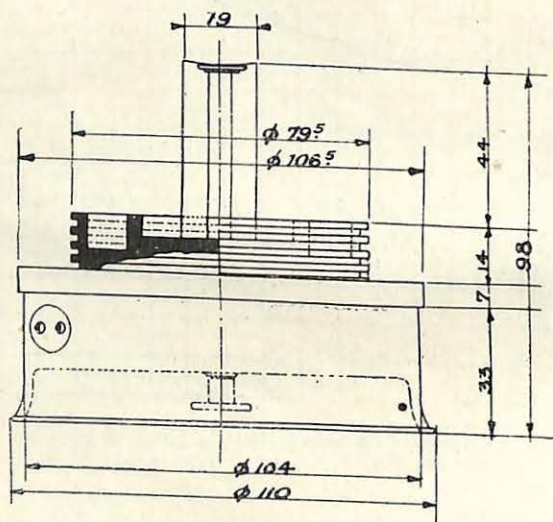


Fig. 5. — Pot de la lampe Grard.

(1) La lampe définitive, soumise en 1931 à l'examen de l'Institut en vue de l'agrégation, a des dimensions réduites par rapport à celles du type examiné en 1930.

moins précaires résultant d'une ou plusieurs pièces intercalaires en amiante ou en fibre, par des assemblages plus constants, plus solides, moins sujets à usure et à négligence.

A ce point de vue, la lampe Grard à benzine est intéressante; elle est du type à alimentation inférieure.

La lampe ne comprend que cinq parties :

1) *Le pot*, muni d'un filet de quatre pas, extrêmement solide; latéralement, ce pot porte : a) l'anneau de commande du rallumeur horizontal et b) la rondelle de fermeture pour le remplissage de la benzine. Cette position de la fermeture ne peut soulever d'objection;

2) *L'anneau d'entrée d'air* (fig. 6) : il comporte quatre toiles concentriques serrées dans une armature, dont les bords supérieurs et inférieurs forment des joints dressés à emboîtement en U de 25 millimètres de développement; ces joints viennent s'appliquer sur une surface correspondante du pot d'une part, d'autre part sur la pièce représentée figure 6 pour le raccord avec le verre.

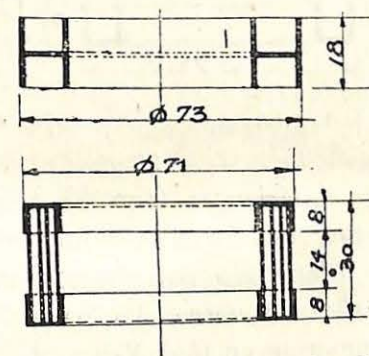


Fig. 6. — La couronne d'entrée d'air avec la pièce formant joint à emboîtement avec le verre.

Remarquons que les toiles métalliques utilisées par M. Grard sont à 64 mailles seulement par centimètre



carré, mais en fil de 0,6 millimètre. Elles donnent la même surface de passage que les toiles habituelles à 144 mailles en fils d'un tiers de millimètre, mais sont beaucoup plus solides;

3) *Le verre* (fig. 7) : il est un peu plus haut que les verres habituels; les extrémités inférieure et supérieure sont scellées dans des embases en laiton, à surface extérieure en U, s'emboîtant dans les surfaces correspondantes de l'entrée d'air et des toiles supérieures;

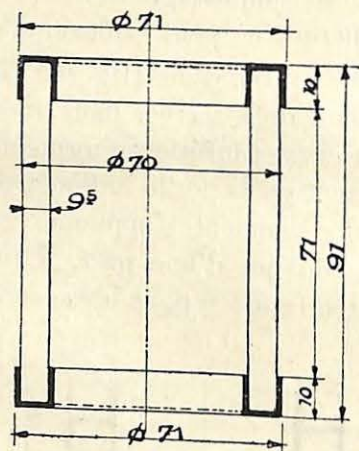


Fig. 7. — Le verre avec ses deux embases en U.

4) *Les toiles supérieures* (fig. 8) : tout comme les entrées d'air, elles sont formées de quatre toiles concentriques, réunies à leur base par une couronne en U s'emboîtant sur la tête du verre. La partie supérieure est coiffée d'un couvercle en tôle pleine, destiné à recevoir en son milieu, par une encoche appropriée, la pression d'un ressort ménagé sous le couvercle de la cuirasse, ressort qui doit fixer l'ensemble;

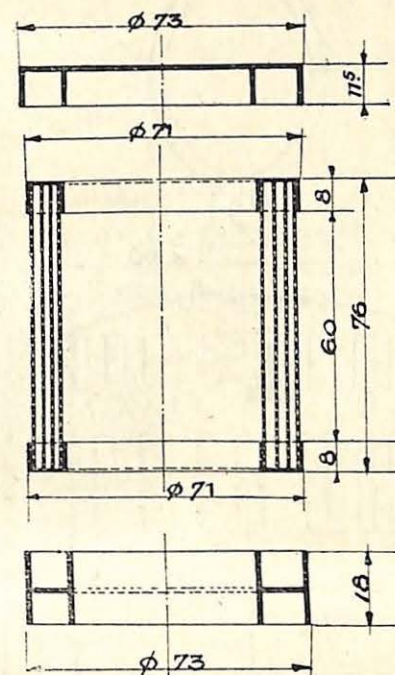


Fig. 8. — Les toiles supérieures; en-dessous le raccord avec le verre; au-dessus, le couvercle plein avec son emboîtement.

5) *L'armature avec cuirasse inamovible* (fig. 9) inséparable des barreaux protecteurs du verre et de l'anneau de base portant les encoches où se cale la fermeture magnétique de la lampe. Comme déjà dit, le couvercle de la cuirasse porte un ressort qui, lorsque l'on visse l'armature sur le pot, vient appuyer sur le couvercle des toiles et assemble toute la lampe.

La fermeture magnétique de la lampe est assurée par un fort piton s'engageant verticalement dans les encoches de l'armature. Les deux pièces polaires permettant le rappel du ressort sont placées sous le pot de la lampe. Le dévissage complet doit s'effectuer sous l'action de l'aimant.



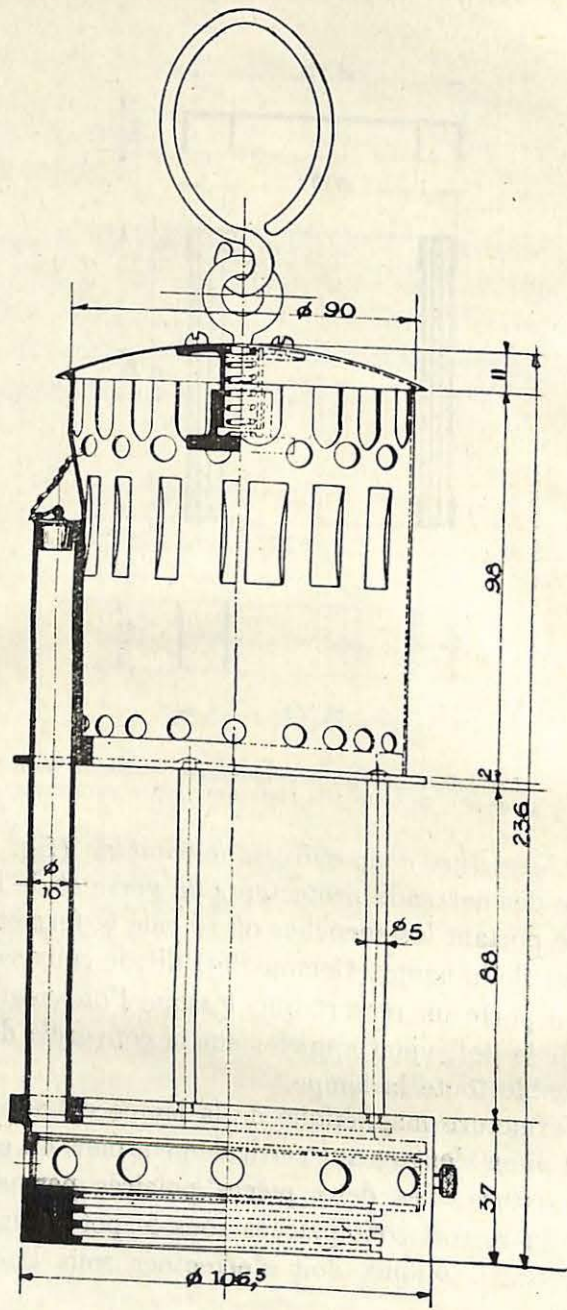


Fig. 9. — La cuirasse Gard inamovible, faisant corps avec l'armature.

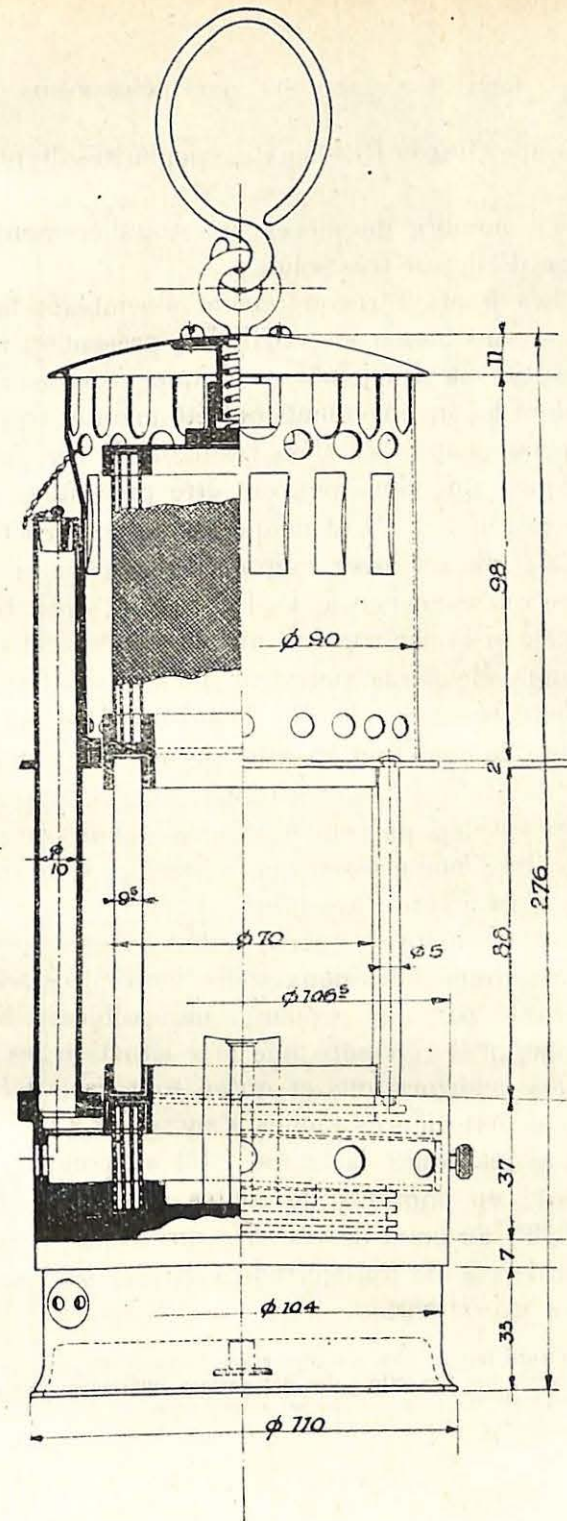


Fig. 10. — Lampe Gard assemblée.



La lampe Grard offre deux particularités du plus grand intérêt :

1°) Le nombre de pièces est singulièrement réduit. Chacune d'elle est très solide;

2°) Les joints à recouvrement assemblant les pièces dressées, sans aucun intermédiaire, présentent bien plus de garantie que les joints empiriques à anneaux superposés dont les inconvénients ont été maintes fois signalés et suppriment tous les aléas résultant de ces joints.

Quelques objections peuvent être présentées du point de vue pratique : 1°) la lampe est de construction coûteuse; 2°) elle est assez lourde et encombrante.

En ce qui concerne le 1°, l'objection serait beaucoup plus grave si l'on n'assistait au développement croissant de la lampe électrique portable. La lampe à flamme sera sans doute réservée au rôle de grisoumètre permanent, indispensable dans tout chantier de mines grisouteuses.

Pour le 2°, des améliorations ont été apportées et M. Grard est déjà parvenu à réduire le poids de sa lampe à celui d'une lampe électrique portable, sans rien enlever à son caractère de solidité.

Le fait d'employer quatre toiles concentriques peut prêter à critique : les deux toiles intérieures sont inaccessibles et, par conséquent, impossibles à vérifier; l'inventeur peut répondre que leur situation les protège contre les détériorations et qu'en tout cas, il reste les deux toiles extérieures faciles à surveiller (1).

Nous avons étudié la lampe : 1°) au point de vue de la sécurité en courants de toutes directions et toutes vitesses; 2°) au point de vue grisoumétrique, c'est-à-dire au point de vue de son aptitude à décélérer les teneurs des mélanges grisouteux.

(1) M. Grard fait de plus remarquer que l'emploi de quatre tamis rend la lampe insensible aux effets des détonations intérieures. Nous compléterons nos essais sur ce point spécial à bref délai.

I. — Tableau résumant les essais sur la sécurité.

N° de l'essai	Orientation du courant	Teneur en CH <sub>4</sub>	Vitesse en m. p/sec.	Durée en secondes	Résultat : X traversée; O pas de tra- versée.	OBSERVATIONS.
1	crthorizontal	8 %	5m20	120"	O	Grisou brûle à la couronne d'entrée d'air. Tamis, cuirasse et pot peu chauds. Verre très chaud.
2	id.	8 %	9m60	150"	O	Grisou brûle à la couronne d'entrée d'air. Flammes jaunes assez développées. Pot chaud. Verre et cuirasse chauds. Verre très brisé; les morceaux restent jointifs.
3	id.	8 %	15m30	150"	O	Idem. Toutes les parties de la lampe sont très chaudes. Tamis intérieur est rouge.
4	crt obliq. ascendant.	9 %	5m20	90"	O	Le verre précédent a été remplacé par une autre un peu plus haut et portant la marque « Scott et Gen, Féna ». Grisou brûle à l'entrée. Extinction après 90". Cuirasse peu chaude.
5	id.	8 %	5m20	1 20"	O	Idem, mais la lampe ne s'éteint pas. Verre et pot peu chauds.
6	id.	8 %	9m60	120"	O	Le verre est remplacé par un autre fendu verticalement de mêmes dimensions que le précédent. Grisou brûle à l'entrée d'air et dans les tamis. Peu de flammes jaunes. Tamis rouge sombre. Cuirasse et verre chauds. Pot peu chaud. Une fente supplémentaire se déclare dans le verre.
7	id.	8 %	15m30	60"	O	Grisou brûle à l'entrée d'air. Tamis noir. Cuirasse froide. Pot chaud; verre très chaud. Une nouvelle fente se déclare dans le verre.
8	courant vert. descendant	8 %	5m20	120"	O	On remplace verre des essais 4 et 5. On constate avant l'essai que le tube porte-mèche est dessoudé. Grisou brûle à l'entrée d'air. Beaucoup de flammes jaunes montant jusqu'au sommet du tamis et persistant après l'essai. Cuirasse et verre très chauds. Pot chaud.
9	id.	8 %	9m60	120"	O	Idem. Le verre est très brisé, mais les morceaux ne tombent pas.



## II. — Essais des qualités grisométriques.

Conçue, dans l'esprit de son auteur, spécialement en vue de mesurer les teneurs des mélanges grisouteux, la lampe Gard a deux dispositifs spéciaux : tout d'abord elle porte, en face des orifices par où l'air accède à la couronne d'entrée, un anneau métallique percé de trous, visible aux figures 9 et 10, dont la rotation permet de supprimer la coïncidence des orifices et, par conséquent, de couper l'alimentation d'air : on peut donc éteindre facilement une lampe brûlant au grisou.

En second lieu, un tube débouchant extérieurement à mi-hauteur de la cuirasse arrive, à l'intérieur, à la rampe circulaire renfermant la couronne d'entrée (voir fig. 9 et 10) : en conséquence, en fermant l'entrée normale, on peut alimenter par le haut, dispositif permettant de détecter une nappe de gaz au ciel des galeries, chose ordinairement impossible avec une lampe à alimentation inférieure ordinaire.

Les hauteurs d'auréoles ont été lues à l'aide d'une graduation placée derrière la flamme et par deux opérateurs différents.

La lampe étant introduite en atmosphère grisouteuse, la hauteur de la mèche était diminuée jusqu'à obtention d'une tache jaune surmontée d'une mince ligne bleue.

Chaque opérateur réglait lui-même la lampe avant la lecture. Les mesures ont été faites avec les deux modes d'alimentation.

Dans les tableaux ci-dessous, figurent à côté de chaque teneur, la moyenne des lectures faites par les deux opérateurs.

### Première série.

Les ouvertures inférieures d'entrée d'air sont ouvertes et le tuyau de prise est fermé par son bouchon « ad hoc ».

Numéro de l'essai.	Teneur en %.	Moyennes des lectures.
1	3,0	17,5
2	4,51	57,5
3	1,95	13,5
4	2,1	15
5	2,57	15
6	3,52	23,5
7	4,19	45
8	4,22	50
9	3,37	24,5
10	2,9	17,5
11	2,66	15,5
12	1,98	14
13	4,58	60

### Seconde série.

Les ouvertures inférieures sont fermées et le tuyau de prise est libre.

1	1,32	9,5 (1)
2	1,91	15
3	2,56	17
4	2,9	17,5
5	3,46	21
6	3,6	27,5
7	2,39	16
8	2,14	16
9	3	18

(1) La pointe est imperceptible, ne figure pas au graphique.



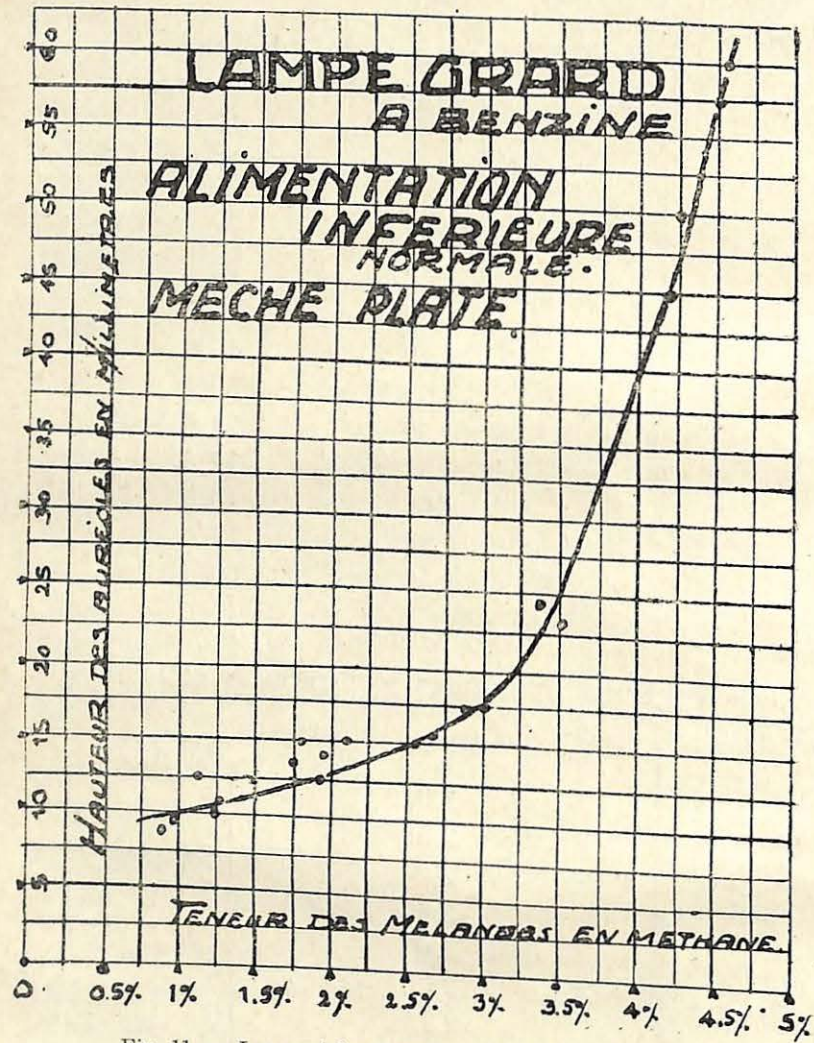


Fig. 11. — Les auréoles du grisou dans la lampe Grard alimentée normalement.

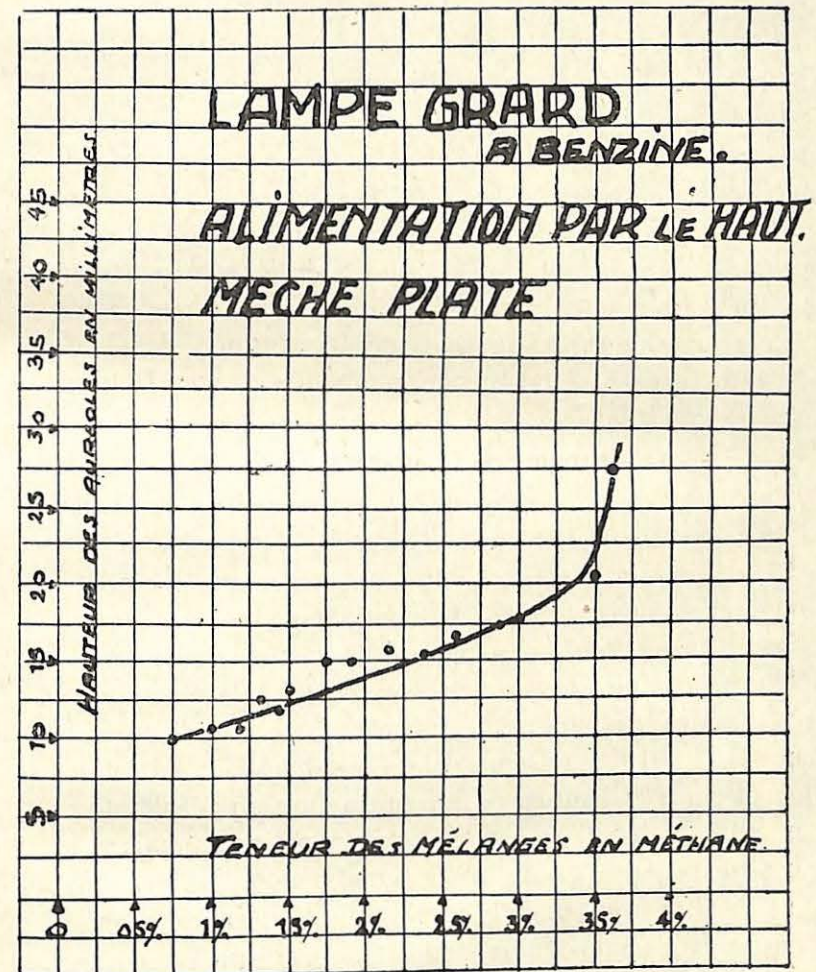


Fig. 12. — Les auréoles du grisou dans la lampe Grard alimentée par le haut à l'aide du tube latéral.



A l'aide des moyennes, on peut tracer les deux graphiques reproduits ci-contre figures 11 et 12, lesquels correspondent approximativement à ce que nous avons trouvé au cours de nos recherches sur les auréoles avec les lampes à benzine à mèche plate à alimentation inférieure et à alimentation supérieure.

La lampe Gard est donc pour le moins équivalente aux lampes à flamme ordinaires au point de vue *grisométrie*.

Dans l'adjonction d'un tube vertical captant l'air à mi-hauteur de la cuirasse, il faut voir la reprise d'une idée déjà ancienne; mais elle n'en constitue pas moins un perfectionnement qui corrige l'inaptitude des lampes ordinaires à déceler une nappe de grisou flottant au ciel de la galerie.

#### Grisomètre Daloz-Arras.

Une autre étude intéressant la grisométrie est celle du grisomètre Daloz Arras (1).

Ce grisomètre consiste en un eudiomètre de petite capacité, accolé latéralement à une lampe électrique portative. Une petite cloche permet de capter l'échantillon de l'air de mine à examiner. En revissant la cloche, on chasse l'air dans une petite chambre à combustion (voir fig. 13). Un contact assure en dix secondes la combustion du méthane; la lecture de la contraction en résultant se fait, après soixante secondes, sur un petit manomètre à eau placé sous la chambre de combustion. Le principe n'est pas nouveau, mais la rapidité de l'opération permet d'enregistrer immédiatement les teneurs, sans exiger les opérations habituelles : échantillonnage au fond, transport au laboratoire, transvasement dans les eudiomètres,

(1) Ce grisomètre a été décrit dans une note technique n° 116 de mars 1930 du Comité central des houillères de France, dans la forme où il a été présenté initialement à l'Institut. On verra par les lignes qui suivent les modifications apportées à la suite de son examen.

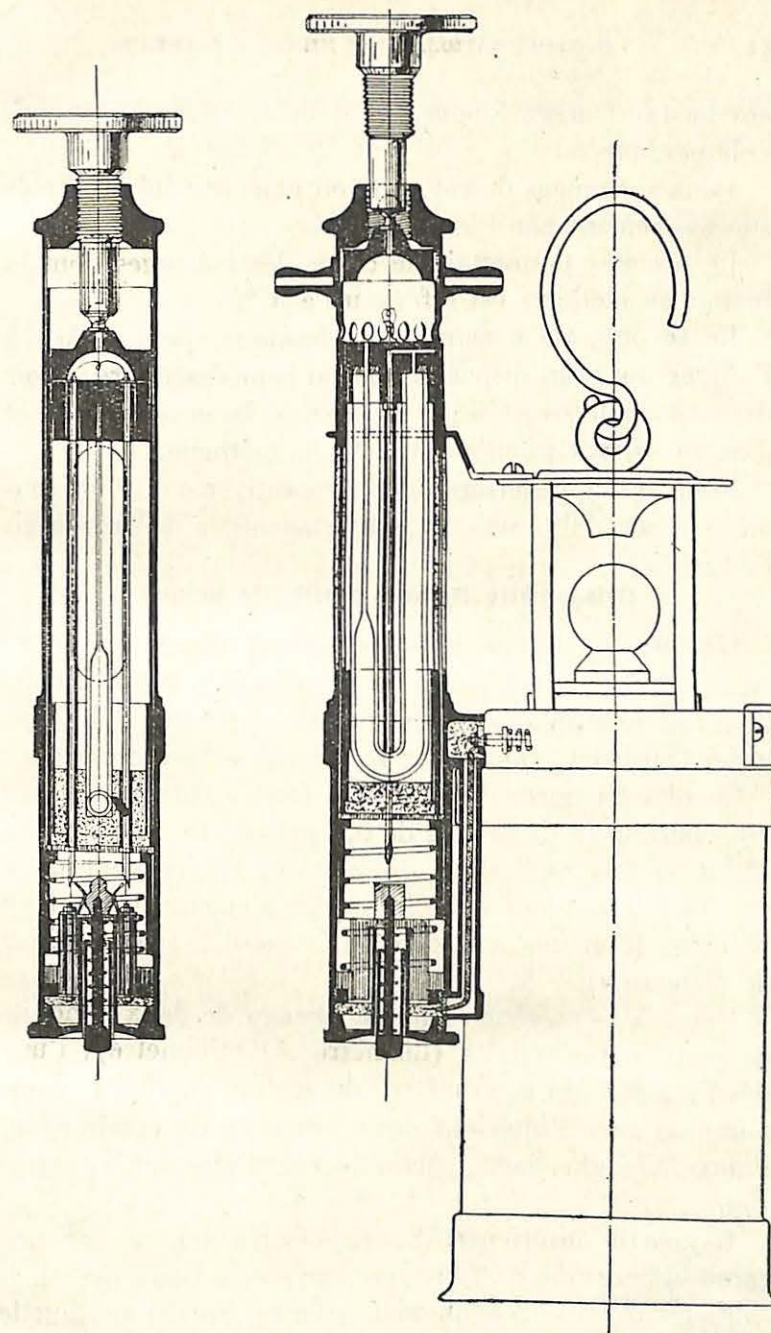


Fig. 13. — Le grisomètre Daloz-Arras; à droite, cloche relevée pour aspiration de l'atmosphère à examiner; à gauche, cloche abaissée fermant la chambre de combustion.



combustions assez longues et délicates dans les grands volumes, etc.

Deux spécimens de cet appareil nous ont été présentés successivement par l'inventeur.

Le premier permettait de doser des mélanges dont la teneur en méthane est inférieure à 3 %.

Le second, de construction identique, peut, grâce à l'adjonction d'un dispositif spécial supplémentaire, avoir deux sensibilités et analyser des mélanges pauvres et d'autres titrant jusqu'à 4 1/2 % de méthane.

Nous les appellerons donc respectivement « grisomètre à sensibilité unique », « grisomètre à deux sensibilités ».

#### **Grisomètre Daloz à sensibilité unique.**

L'appareil à sensibilité unique est représenté en coupe ; la chambre de combustion est constituée par une cloche de forme hémisphérique qu'une vis, manoeuvrée de l'extérieur, permet d'appliquer fortement sur un plateau.

Ce plateau porte deux bornes isolées entre lesquelles est tendu un fil de platine de 0,1 millimètre de diamètre.

Sur la face inférieure du plateau, se trouvent deux cavités cylindriques dans lesquelles s'engagent les deux branches d'un tube en verre en forme d'U faisant office de manomètre.

Grâce à la présence dans le plateau de deux conduits de section très réduite (diamètre : 1 millimètre), l'une des branches du manomètre, de section capillaire, communique avec l'intérieur de la chambre de combustion, l'autre, de plus large section, avec l'atmosphère extérieure.

La partie inférieure du manomètre repose sur une pièce cylindrique en fibre que traversent deux tiges métalliques isolées en connexion avec les bornes portant le fil de platine de combustion.

Les extrémités inférieures de ces deux tiges sont filetées et pourvues d'écrous dont le serrage maintient en place le manomètre.

Le plateau de la chambre de combustion ainsi que toutes les pièces qui en sont solidaires sont fixés dans une gaine cylindrique en bronze, percée d'ouvertures allongées vis-à-vis du manomètre et de trous circulaires au niveau du plateau.

Cette gaine et les organes qu'elle protège forment un bloc mobile à l'intérieur d'un cylindre, la seule partie visible extérieurement et, comme dit précédemment, solidaire de la tête de la lampe.

Les deux extrémités du cylindre sont filetées intérieurement.

Le filet supérieur reçoit l'écrou dans lequel s'engage la vis permettant le serrage de la cloche sur son plateau. Le filet inférieur renferme une bague filetée sur laquelle repose une pièce cylindrique de fibre servant d'appui à un fort ressort.

Ce ressort est comprimé par le bloc mobile à l'intérieur du cylindre dès que la vis de serrage de la cloche est complètement enfoncée.

Dans cette position, les deux bouts filetés des tiges conductrices connectées au fil de platine se trouvent vis-à-vis de deux lames élastiques en laiton fixées sur le cylindre de fibre et raccordées aux pôles de l'accumulateur.

Un bouton-poussoir, visible dans la coupe de gauche de la figure 13, mobile suivant l'axe du cylindre et portant à son extrémité supérieure une pièce isolante en forme de poire, peut écarter les deux lames élastiques et les amener en contact avec les tiges conduisant le courant au fil de platine.



Le bouton est rappelé vers le bas par un ressort. Le cylindre est percé d'ouvertures circulaires situées au niveau du plateau de la chambre de combustion lorsque la cloche est soulevée.

Il est, en outre, ajouré à hauteur du manomètre pour permettre la lecture des dépressions.

L'étanchéité de l'appareil est assurée par des joints de caoutchouc aux extrémités du manomètre. En outre, la cloche est fixée par une rotule à sa vis de serrage, disposition qui permet l'ajustement parfait des joints dressés de la chambre de combustion.

#### *Mode d'emploi.*

L'exécution d'un dosage comporte les opérations suivantes :

- 1°) Ouverture de la chambre de combustion en desserrant complètement la vis solidaire de la cloche;
- 2°) Introduction de l'air grisouteux à analyser en agitant la cloche verticalement une dizaine de fois;
- 3°) Fermeture de la chambre de combustion en serrant à fond la vis de la cloche;
- 4°) Lecture du niveau du liquide;
- 5°) Combustion du gaz en appuyant sur le bouton-poussoir;
- 6°) Lecture du niveau du liquide après combustion.

#### *Examen de l'appareil.*

##### *Sécurité d'emploi en atmosphère grisouteuse.*

La présence d'organes électriques dans le grisomètre nous oblige à l'examiner au point de vue du danger d'inflammation par étincelles. Au cours du fonctionnement normal, il ne peut jaillir d'étincelle qu'à l'interrupteur et pendant la combustion seulement.

Or, à ce moment, l'espace où se trouve l'interrupteur ne communique avec l'atmosphère que par des joints à frottement doux : un de 30 millimètres de longueur entre le bouton-poussoir et sa douille de guidage, et un autre de 38 millimètres entre la gaine et une bague de laiton intérieure s'appuyant sur la pièce de fibre qui supporte le manomètre.

S'il survient une avarie aux isolants, des étincelles de court-circuit peuvent se produire entre les conducteurs amenant le courant au fil de platine.

Or, la plus grande partie de ces conducteurs est soustraite au contact de l'atmosphère extérieure, sauf toutefois les deux tiges conductrices supportant le manomètre.

Ces tiges sont assez distantes l'une de l'autre (7 mm. au moins) et sont suffisamment tendues pour qu'on n'ait pas à envisager l'éventualité d'un contact (1).

Reste le danger d'inflammation par le fil de platine. Pour que la chose soit possible, il faut supposer un défaut d'étanchéité au joint de la chambre de combustion ou le bris du manomètre.

Un défaut d'étanchéité au joint est sans conséquence si ce n'est au point de vue de l'exactitude de la mesure, car on ne peut porter le filament à l'incandescence qu'après enfoncement complet du bloc-manomètre.

Une inflammation se produisant à l'intérieur de la chambre de combustion ne pourrait atteindre l'atmosphère extérieure qu'en passant par un joint à frottement doux de 12 millimètres au moins de longueur.

(1) Il convient de remarquer que l'inflammation de mélange d'air et de grisou par des étincelles de court-circuit d'accumulateurs exige des débits très élevés. A l'aide d'une batterie de six accumulateurs au plomb, nous n'avons pu enflammer un mélange à 8 1/4 % de méthane qu'avec un courant supérieur à 100 ampères. D'autre part, le courant de court-circuit des accumulateurs de lampes portatives utilisées en Belgique est de l'ordre de 50 ampères.



En cas de bris du manomètre, la chambre de combustion communique avec l'extérieur par un conduit de 3 millimètres de longueur et de 1 millimètre de diamètre pratiqué dans le plateau.

Or, les expériences anglaises ont montré qu'un trou de 1,5 millimètre de diamètre percé dans une plaque de 3,2 millimètres d'épaisseur ne se laissait pas traverser par la flamme provenant de l'explosion d'un volume de 8 litres de mélange grisouteux à 8,5 % de méthane (2).

Notons de plus que le volume réduit de la chambre de combustion (2 cm<sup>3</sup>) exclut la possibilité de chasse violente d'air chaud et, par conséquent, l'éventualité de la traversée d'une flamme par des orifices aussi étroits que ceux percés dans le plateau.

Les considérations qui précèdent s'appliquent en réalité à l'appareil en bon état.

Si le cylindre extérieur a reçu des chocs violents empêchant le jeu du ressort qui, normalement, doit pousser le bloc manomètre vers le haut, on pourra simultanément alimenter le fil de platine et dévisser la cloche de la chambre de combustion.

On notera néanmoins que si le bloc manomètre reste calé au point bas de sa course, les ouvertures de la gaine de protection ne sont pas en coïncidence avec celles du cylindre extérieur et il n'est pas possible, d'autre part, de mettre le fil de platine en contact avec l'atmosphère extérieure, car la partie supérieure de la gaine porte des appendices élastiques qui s'opposent au retrait complet de la cloche.

En résumé, on peut dire que le grisoumètre présente une sécurité équivalente à celle de la lampe électrique à laquelle il est adapté.

(2) Voir Paper n° 21 du « Safety in Mines Research Board », *Flameproof electrical apparatus for use in coal mines.*

### *Recherches relatives à l'exactitude des indications grisoumétriques.*

Comme nous l'avons dit plus haut, l'appareil à sensibilité unique ne peut être utilisé que si la teneur en CH<sup>4</sup> est inférieure à 3 % (1).

Pour l'étude du fonctionnement de l'appareil, nous avons préparé des mélanges grisouteux dans un gazomètre de laboratoire d'une capacité de 250 litres.

Le mélange à analyser était introduit dans la chambre de combustion à l'aide d'une bague en laiton munie de deux tubulures et glissant sur le cylindre extérieur du grisoumètre.

Cette bague étant amenée en coïncidence avec les ouvertures circulaires donnant normalement accès au mélange à doser, on réalisait un remplissage parfait de la chambre, en agitant d'après le mode indiqué plus haut, la vis de blocage de la cloche.

Au cours des essais, nous avons observé d'abord les prescriptions indiquées par le constructeur pour l'exécution d'un dosage, c'est-à-dire combustion du mélange pendant 10 secondes, puis lecture de la dénivellation au manomètre une minute après la fin de la combustion.

Nous avons ensuite varié les conditions de durée indiquées ci-dessus afin de rechercher les erreurs qui pouvaient en résulter.

Les temps ont été mesurés exactement à l'aide d'un chronomètre. Les conditions des essais et les résultats auxquels nous avons été conduits sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Nous n'avons retenu que les moyennes des lectures données pour chaque groupe d'essais.

(1) Diamètre intérieur du tube gradué 1,1 millimètre.



## Mélange à 2,98 % de méthane.

Numéro des essais.	Durée de la combustion.	Temps écoulé entre la fin de la combustion et la lecture.	Moyenne des dénivellations.
1 à 15 .	10''	60''	22,75
16 à 20 .	8''	60''	22,8
21 à 25 .	6''	60''	21,7
26 à 30 .	10''	50''	22,9

## Mélange à 1,89 % de méthane.

31 à 45 .	10''	60''	12,8
46 à 50 .	8''	50''	11,7
51 à 55 .	8''	70''	10,55
56 à 60 .	10''	70''	8,45

## Mélange à 0,985 de méthane.

61 à 67 .	10''	60''	(1)
68 à 80 .	10''	60''	5,44

Les résultats obtenus avec le mélange à 2,98 % montrent que des erreurs affectant la durée de la combustion ou le temps écoulé entre la combustion et la lecture n'influent pas considérablement sur les résultats.

La moyenne des essais 21 à 25, pour lesquels la combustion a été moins longue, est inférieure de 4,4 % seulement à celle des essais 1 à 15 effectués dans les conditions normales.

Si on compare les moyennes des résultats fournis par les séries 31 à 45 et 46 à 50, l'erreur atteint 7,8 % lorsque la durée de la combustion et le temps de la lecture sont écourtés respectivement de 2'' et 10''.

Les essais 51 à 67 ont donné des résultats anormaux par suite de l'épuisement de l'accumulateur.

En résumé, les conditions indiquées par le constructeur ne doivent pas être observées avec une précision

(1) Résultats anormaux dus à la décharge de l'accumulateur.

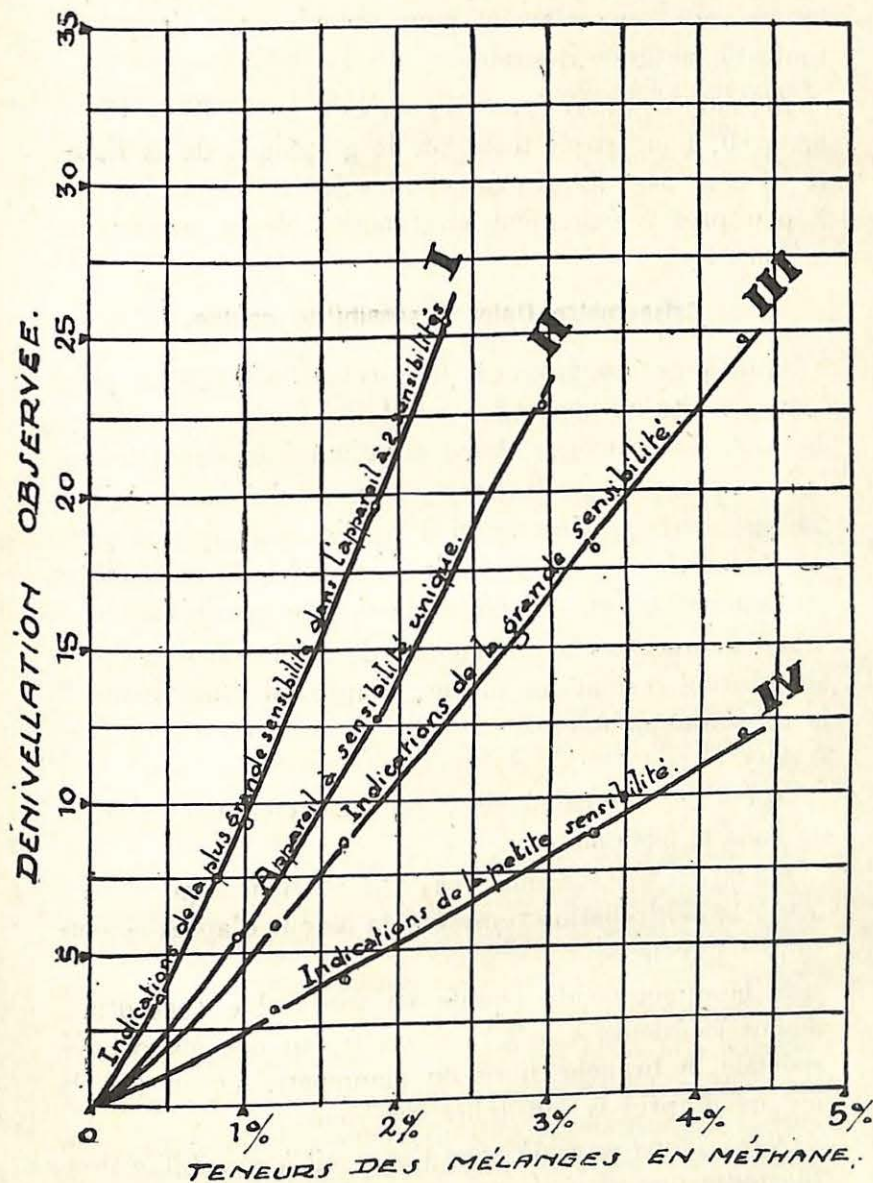


Fig. 14. — Diagrammes des indications du grisomètre Daloz. Courbe II : tube gradué de 1,1 millimètre de diamètre. Courbe I : tube gradué de 0,7 millimètre de diamètre. Courbes III et IV : tube gradué de 1,6 millimètre de diamètre, deux sensibilités.



rigoureuse et il suffit d'apprécier les durées en comptant les secondes mentalement pour obtenir avec l'appareil toute l'exactitude désirable.

A l'aide des moyennes des séries 1 à 15, 31 à 45 et 68 à 80, nous avons tracé sur le graphique de la figure 14 la courbe d'après laquelle les dénivellations varient à peu près linéairement en fonction de la teneur en méthane.

#### Grisomètre Daloz à sensibilité double.

Suite à nos suggestions, le constructeur nous a présenté ensuite un appareil à sensibilité double permettant de doser des mélanges titrant jusqu'à 4,5 % de méthane.

Cet appareil est construit comme celui à sensibilité unique, sauf qu'il est muni d'un dispositif spécial permettant de fermer ou d'ouvrir à volonté la branche libre du manomètre, ce qui donne la double sensibilité.

Les opérations de remplissage de la chambre et de la combustion restent les mêmes, l'appareil étant placé à la sensibilité moindre, c'est-à-dire branche du manomètre fermée.

Après la combustion, on observe la remontée du liquide dans le manomètre.

Si elle est assez grande (cas d'une teneur supérieure à 3 %) la dénivellation renseigne la teneur d'après la sensibilité inférieure.

Si la remontée du liquide est très faible (cas d'une teneur inférieure à 3 %), on ouvre par une manoeuvre spéciale la branche libre du manomètre et on fait la lecture d'après la sensibilité supérieure.

Nous avons procédé avec l'appareil à sensibilité double toute une série de mesures qui nous ont donné des résultats satisfaisants tant que la teneur des mélanges a

été inférieure à 2,5 %. Nous utilisons la grande sensibilité (1).

Toutes les mesures ont été faites en suivant les indications du constructeur, c'est-à-dire combustion pendant 10 secondes, lecture 1 minute après la combustion.

Num. des essais.	Teneur en méthane.	Moyenne des lectures.
1 à 15 .	0,483	3,5
15 à 25 .	0,82	7,5
26 à 36 .	1,87	19,5
37 à 49 .	2,32	25,5

Les moyennes des résultats reportées au graphique de la figure 14 donne la courbe I qui montre une relation sensiblement linéaire entre la dénivellation observée et la teneur en méthane.

Lorsque nous avons voulu opérer avec l'appareil pour des teneurs en grisou plus élevées, donc avec la sensibilité réduite, nous avons observé des anomalies que nous avons attribuées à un défaut d'étanchéité du manomètre au joint de la branche communiquant avec la chambre de combustion.

Nous avons renvoyé l'appareil au constructeur; lorsqu'il nous est revenu, nous avons été amenés à utiliser un autre tube manométrique venant du constructeur: ce tube a donné des hauteurs très différentes du premier (2); de plus, il a permis, avec une sensibilité suffisante, de doser des mélanges allant jusqu'à 4 1/2 %, sans qu'il soit indispensable d'utiliser deux sensibilités différentes: c'est ainsi que nous avons reporté les courbes III et IV sur la figure 14.

Ceci semble indiquer: 1°) qu'il est inutile de compliquer l'appareil en prévoyant deux sensibilités différentes; 2°) que les dimensions du tube manométrique jouent un rôle prépondérant, à cause des très petites dimensions

(1) Le diamètre intérieur du tube capillaire était 0,7 millimètre.

(2) Le diamètre intérieur du tube capillaire était 1,6 millimètre.



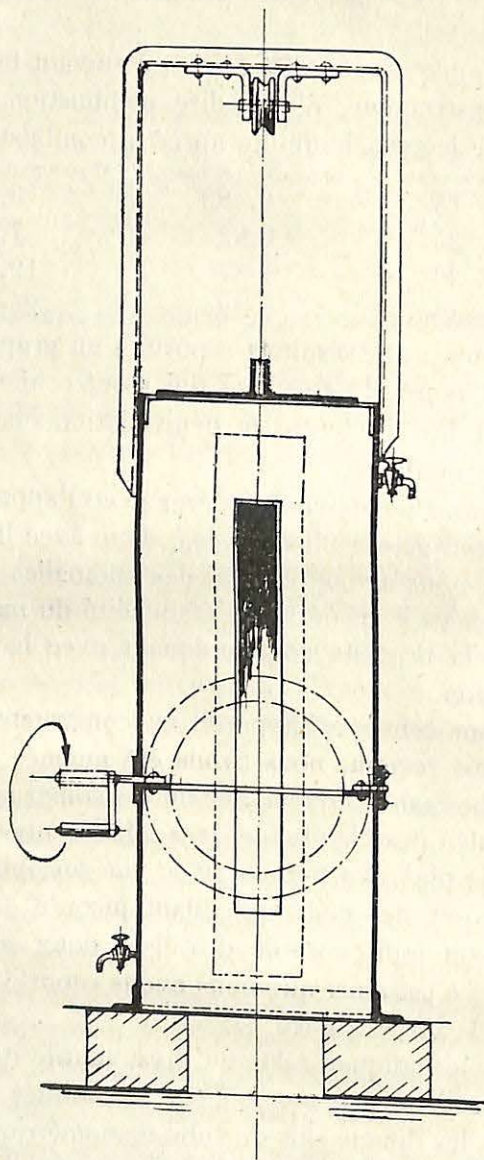


Fig. 15. — Appareil pour l'essai de lampes dans une atmosphère au repos. La poulie permet d'élever la lampe et de la laisser tomber. Une glace permet l'observation. Une manivelle latérale commande un agitateur annulaire assurant l'homogénéité du mélange.

de la chambre de combustion. Dès lors, ces dimensions doivent être soigneusement déterminées et garanties, sinon chaque appareil exigerait son étalonnage spécial, à reviser à chaque changement de tube (1).

En résumé, il reste une mise au point qui n'est pas encore réalisée.

#### C. — Appareil d'essai pour atmosphère au repos.

Diverses lampes à flamme ont été soumises pour examen à l'Institut. C'est à la suite de l'examen de l'une d'elles que nous fûmes amenés à construire un petit appareil permettant d'essayer les lampes dans une atmosphère grisouteuse au repos.

Cet appareil (voir fig. 15) permet de reproduire le geste d'un mineur soulevant sa lampe pour rechercher le grisou et la retirant brusquement en s'apercevant qu'elle se remplit de gaz.

L'appareil a donné des inflammations avec un défaut minime pour lequel l'appareil à courant ne nous avait pas donné de traversée de flamme.

#### D. — Fermeture des lampes électriques.

Une fermeture défectueuse de lampes électriques, au sujet de laquelle l'Institut fut consulté, nous a amené à étudier la question dans son ensemble.

Cette étude se poursuit actuellement.

Avant de quitter le sujet des lampes, signalons les efforts faits pour améliorer l'éclairage souterrain, un des points qui ont le moins progressé dans l'évolution si rapide de notre outillage minier pendant les dernières années : l'Institut a eu à étudier à ce sujet la lampe intensive à accus Joris, la lampe électropneumatique

(1) Rappelons les diamètres intérieurs mesurés sur la branche capillaire des tubes manométriques que nous avons eus à l'examen : 0,7, 1,1, 1,59, 1,61 millimètre. Les variations de sensibilité s'expliquent donc aisément.



Wolf, greffée directement sur la conduite d'air comprimé, l'outillage Siemens pour l'éclairage intensif des tailles.

Ces dispositifs ont été décrits dans la brochure mentionnée ci-dessous (Les appareils électriques antigrisouteux à l'Institut National des Mines, note de MM. Ad. Breyre et J. Frupiat, 1930).

### III.

## TRAVAUX SUR LES APPAREILS ELECTRIQUES ANTIDÉFLAGRANTS

Les appareils électriques de tout genre soumis à l'Institut en 1930 furent particulièrement nombreux :

Six moteurs, 3 interrupteurs, 2 controllers, 2 combinateurs, 1 transformateur, 2 coffres d'accumulateurs pour locomotives, 4 armatures de protection pour lampes à incandescence à poste fixe, 12 appareils de signalisation, 3 appareils divers et 15 haveuses anciennes modifiées.

La nouvelle cuve d'essais de l'Institut a permis l'essai des plus grands appareils soumis. Dans les derniers essais, nous avons fait usage de grisou vivifié.

Pour l'épreuve de coffres à accumulateurs, nous faisons usage, comme atmosphère intérieure se trouvant dans l'appareil essayé, d'un mélange air-hydrogène pour tenir compte du dégagement possible d'hydrogène après la charge des accumulateurs.

Au cours de nombreuses visites d'Ingénieurs reçues dans le courant de l'année, nous avons remarqué combien cette question des appareils électriques antigrisouteux était peu connue, faute d'une publication vulgarisant le sujet.

C'est cette lacune que nous avons voulu combler par la brochure « *Les appareils électriques antigrisouteux à l'Institut National des Mines* », qui a été rapidement diffusée : tous les Ingénieurs du Corps des Mines et tous les charbonnages en ont reçu un exemplaire.

### IV.

## TRAVAUX SUR LA QUESTION DES ÉTINCELLES

### A. — Les étincelles de choc ou de frottement. Les étincelles de l'air comprimé.

*Etude du danger d'inflammation des mélanges grisouteux par étincelles dues à des particules incandescentes.*

Cette étude, entreprise dès 1925, reprise plusieurs fois depuis, a été recommencée en 1930.

La question de l'inflammation du grisou par les étincelles ou particules incandescentes a fait l'objet de nombreuses expériences, d'apparences contradictoires, en divers pays.

Les principales sont rappelées dans le document n° 8, 1925, du « Safety in Mines Research Board » : the ignition of firedamp. Depuis lors, les recherches ont continué dans les diverses stations. Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici les essais faits à l'Institut National.

Les premières données sont principalement extraites d'un rapport de M. Bacq, Ingénieur au Corps des Mines, en ce moment attaché à l'Institut National, en date du 29 octobre 1925.

Bien que les dernières expériences de 1930 aient déformé la manière de voir des premiers expérimentateurs en montrant l'influence prépondérante des phénomènes



de charges électriques dans le cas de l'air comprimé, il n'est pas sans intérêt de rappeler les premiers essais :

*Essais résumés de 1925.* — Des barres d'acier de divers types : acier doux, acier dur, acier à outils, mises au contact d'une roue d'émeri à gros grains, de 12 centimètres de diamètre, tournant à la vitesse de 3.000 tours par minute, donnaient des gerbes nourries d'étincelles brillantes : on dirigeait vers la roue et la gerbe d'étincelles un bec Bunsen alimenté au grisou : on s'est vite rendu compte que le courant d'air créé par la roue devait empêcher toute inflammation.

Des blocs de roche pyriteuse au contact d'une roue d'acier donnent des étincelles moins abondantes et noyées dans un nuage de fines poussières.

On évite le courant d'air en battant, au moyen d'un pic à air comprimé, des blocs de grès dur : mais alors les étincelles sont très peu nourries et n'enflamment pas le gaz.

Une autre tentative qui n'a pas eu plus de succès était basée sur l'observation des étincelles accompagnant les jets d'air comprimé : si l'on introduit de la limaille de fer dans une conduite terminée par un ajutage en fer et qu'on alimente cette conduite en air comprimé à quelques atmosphères, l'ajutage crache une belle gerbe d'étincelles brillantes et si l'on dispose à quelque distance de l'orifice un obstacle quelconque, une tôle par exemple, de nouvelles et nombreuses étincelles s'allument contre cet obstacle.

L'étincelle est produite par l'élévation de température d'une particule de fer ou d'autres matières arrachées à son support, la chaleur étant apportée, soit par le frottement : arrachement de la particule par le pic, frottement

contre la paroi de l'ajutage, soit par le choc : particule lancée à grande vitesse contre un obstacle.

Dans le cas des particules de fer, la température s'élève par suite de l'oxydation du métal.

On peut admettre que pour enflammer le grisou, l'étincelle doit réunir les trois conditions suivantes :

- 1°) température supérieure à la température d'inflammation du mélange;
- 2°) durée du contact de la particule avec les mêmes molécules du mélange, supérieure à la valeur du retard à l'inflammation de cette température;
- 3°) quantité de chaleur suffisante pour se maintenir à la température voulue pendant toute la durée du retard.

Les étincelles de choc, apparaissent ainsi comme particulièrement dangereuses du fait qu'au moment du choc, la vitesse des particules s'annule et la durée de leur contact avec les mêmes molécules de gaz est prolongée.

La quantité de chaleur apportée par une particule est d'ailleurs proportionnelle à sa masse.

En 1925, M. Bacq s'était surtout préoccupé de la suppression des étincelles projetées par les jets d'air comprimé.

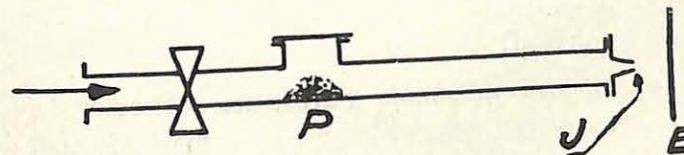


Fig. 16.