

La Division technique

DU

Geological Survey des États-Unis

Son œuvre. — Ses projets.
La Station d'essais de Pittsburg,

PAR

AD. BREYRE,
Ingénieur au Corps des Mines, à Bruxelles,
Attaché au Service des Accidents miniers et du Grisou.

On sait que le Gouvernement des États-Unis, ému par les nombreuses catastrophes minières survenues en ce pays, a entrepris la lutte contre les dangers de la mine et abordé résolument l'étude de toutes les questions qui intéressent la sécurité.

Un siège d'expériences a été établi à Pittsburg, en Pennsylvanie, et des recherches sont entreprises dans les divers domaines de l'art minier.

On sait aussi que le Gouvernement fédéral a tenu à profiter de l'expérience acquise à l'étranger en matière de sécurité, en s'entourant d'avis de spécialistes autorisés. La Belgique, grâce à la bonne renommée de sécurité de ses mines, a occupé une place importante dans cette consultation; M. l'Inspecteur général Watteyne a fait partie de la commission des trois experts étrangers chargés d'élaborer un projet de réformes à introduire dans les mines de charbon américaines (1), et les plans du siège d'expériences de Frameries, communiqués au *Geological Survey*, ont inspiré en plusieurs points l'installation de Pittsburg.

A ce double titre, il nous a paru intéressant de mettre sous les yeux des lecteurs des *Annales des Mines de Belgique*, la substance d'un article que vient de publier dans le numéro de mai 1909 de

(1) Depuis lors, bon nombre de nos mines belges ont été visitées par des ingénieurs américains, venus successivement pour s'enquérir de la façon dont sont appliquées chez nous les mesures de sécurité.

Mines and Minerals, M. Geo. S. Rice, un des Ingénieurs attachés au *Geological Survey*, qui vint l'an dernier visiter notamment le siège d'expériences de Frameries et quelques mines belges. Nous avons complété cet article par les résultats publiés ultérieurement par le *Geological Survey*.

Le *Geological Survey* ressortit au Département de l'Intérieur et est placé sous la direction du D^r George Otis Smith. La division technique (*technologic branch*) est confiée au D^r J. A. Holmes, qui porte le titre d'*Expert in charge*; son adjoint est M. H.M. Wilson, Ingénieur en chef.

La division technique s'occupe de tout ce qui intéresse le développement des ressources minérales du pays, la conservation de ces richesses et l'étude des dangers qui menacent la vie et la sûreté des ouvriers des mines et carrières.

Aujourd'hui, la division technique possède une station d'essais très complète, établie à Pittsburg. Au printemps dernier (1908), le Département de la guerre mit à la disposition du *Geological Survey* des terrains situés dans les dépendances de l'arsenal des Etats-Unis, ainsi que cinq bâtiments anciens; ces bâtiments durent recevoir de multiples aménagements et modifications. M. J. C. Roberts, Ingénieur en chef adjoint, a la direction générale de l'établissement, avec le concours de M. A. W. Belden. Les études techniques rentrent dans les attributions de divers chefs de section.

La figure 1 montre l'aménagement général de la station; on voit que les locaux ont été distribués comme le permettaient le terrain et la disposition des bâtiments qu'il fallait utiliser; tout ce qui concerne les explosifs se trouve dans la partie Ouest du terrain, tandis que les autres services sont répartis dans divers bâtiments.

Les appareils et les modes d'opérer seront décrits plus loin.

Au point de vue administratif, la division technique comprend trois grandes subdivisions s'occupant respectivement :

- 1° Des combustibles;
- 2° Des matériaux de construction;
- 3° Des accidents miniers et de la meilleure exploitation des richesses minières.

La troisième subdivision nous intéresse plus spécialement; il n'est pas sans intérêt, toutefois, de dire quelques mots des deux premières.

Elles ont été créées toutes deux dans le but de diminuer le plus possible le gaspillage des richesses minérales. On sait que le Président Roosevelt a attiré l'attention sur ce gaspillage et que le Congrès, ému, a nommé une Commission spéciale, dite de « conservation des ressources nationales ».

La division « combustibles » a pour but de rechercher la meilleure utilisation des divers combustibles du pays dans les fours, dans les

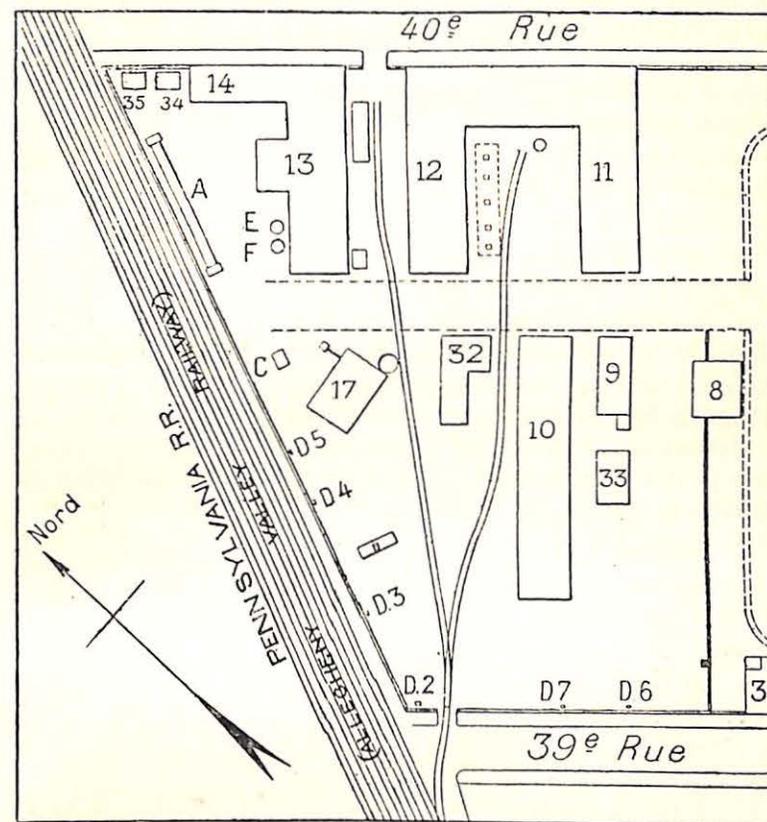


Fig. 1. — Plan du siège d'expériences du Geological Survey des États-Unis à Pittsburg.

- | | | |
|--|--|---------------------|
| A, Galerie n° 1. | C, Pendule ballistique. | E, Scrubber sec. |
| B, Galerie n° 2. | D ₂D ₇ , dépôts d'explosifs. | F, Gazomètre. |
| 9 Bureaux de la direction. | 17 Salle d'essais des explosifs et des appareils de sauvetage. | |
| 10 Bâtiments pour les essais sur les matériaux de construction et laboratoire d'électricité. | 32 Bâtiment pour l'agglomération de charbon et lignite. | |
| 13 Station de force motrice et local d'observation. | 33 Atelier de calcination des produits réfractaires. | |
| 14 Atelier et magasin. | 34 Forge. | 35 Magasin à huile. |

foyers industriels ou domestiques, dans les appareils générateurs de gaz, dans les moteurs à combustion interne, etc. Ce service est confié à la direction de M. D. F. Randall. Avant l'établissement du siège de

Pittsburg, on a déjà effectué à Saint-Louis, puis à Norfolk et à Denver, toute une série d'expériences qui ont fait l'objet de plusieurs bulletins du *Geological Survey* (1). Toutes les études relatives à l'utilisation des combustibles y sont poursuivies : essais de vaporisation, cokéfaction, agglomération, etc. Le charbon fourni au Gouvernement fédéral (4 à 5 millions de tonnes annuellement) fait l'objet d'analyses de contrôle effectuées par ce service.

La division des matériaux de construction (directeur Richard L. Humphrey) poursuit diverses recherches et vérifications, notamment sur le ciment, le béton, les pierres de construction, les argiles réfractaires, etc.; ces recherches et ce contrôle ont une importance particulière pour le Gouvernement fédéral à cause de nombreux travaux en cours, notamment le percement du canal de Panama. Signalons la construction d'une presse colossale ayant pour but des recherches expérimentales sur la résistance des poteaux métalliques chargés debout; la distance entre les plateaux de cette presse est de 20 mètres.

Diverses sous-stations sont naturellement réparties en plusieurs endroits des Etats fédérés pour les vérifications que comportent les fournitures faites au Gouvernement.

La troisième division, qui s'occupe des accidents miniers et du *gaspillage (mine wastes)*, c'est-à-dire de tout ce qui concerne l'exploitation proprement dite des richesses minérales, est de loin la plus intéressante pour nous. Le premier but, l'étude des accidents, a été dicté par l'émoi résultant de la série de catastrophes survenues dans les mines américaines; le second point de vue est encore l'expression du mouvement général qui s'est produit dans l'opinion publique en vue de la conservation des richesses minérales.

Les études à effectuer furent placées sous la direction du Dr J. A. Holmes, qui avait déjà examiné particulièrement les deux questions. Sous sa direction, M. Clarence Hall, spécialiste en matière d'explosifs, fut chargé d'examiner la part jouée par les explosifs dans les désastres miniers et visita les galeries d'essais établies à l'étranger. On adjoignit au service un certain nombre d'Ingénieurs des mines ayant grande expérience des mines de houille, en vue de l'étude des méthodes d'exploitation.

(1) Voir notamment la note technique n° 181, 1^{er} septembre 1908, du Comité central des Houillères de France, où M. L. E. GRUNER donne un très substantiel résumé des expériences conduites et du programme élaboré pour l'avenir.

A l'invitation du Gouvernement, trois experts étrangers firent une tournée d'inspection dans les divers bassins houillers (1). Au sujet des « recommandations » qui ont constitué le rapport sur cette tournée, M. G. S. Rice émet les considérations suivantes :

« Le rapport des experts a été favorablement apprécié par le plus grand nombre. Quelques-uns cependant y ont vu matière à critiques : les uns ont trouvé que ce rapport ne contenait rien de spécialement nouveau (2); d'autres, que les conseils n'étaient pas assez opérants. Les derniers n'envisagent peut-être pas ce rapport dans son ensemble et les premiers attendaient sans doute une panacée infaillible, applicable à tous les dangers de la mine. La sécurité ne naîtra pas du fait de suivre quelques-uns de ces conseils seulement, mais je n'hésite pas à affirmer que s'ils sont tous suivis, une mine ordinaire présentera un degré suffisant de sécurité, disons, pour fixer les idées, sera aussi sûre qu'une mine moyenne belge, où le chiffre des accidents mortels par rapport au nombre d'ouvriers occupés est le quart du chiffre moyen correspondant des mines américaines. »

M. Rice avait été envoyé, en juillet 1908, en mission en Europe, pour étudier les méthodes d'exploitation et leurs résultats au point de vue du déchet de charbon et de la sécurité.

Bien que la tournée fût forcément assez précipitée, M. Rice visita vingt-cinq mines typiques en Angleterre, Ecosse, Pays-de-Galles, France, Belgique et Allemagne, sans compter quatre stations de sauvetage et trois stations d'essais des explosifs. M. Rice dit que ce voyage lui a été d'une grande instruction et qu'il espère le rendre utile.

Depuis son retour, il a été chargé de diriger les ingénieurs des mines dans leurs études des meilleurs modes d'exploitation et de la sécurité générale.

Nous allons exposer brièvement la description des divers services du siège d'expériences de Pittsburg, en indiquant, en même temps, le but poursuivi et les recherches connexes faites en dehors du siège d'expériences. Nous examinerons successivement ce qui est relatif :

(1) Voir dans les *Annales des Mines de Belgique*, t. XIV, 1^{re} livr., la note de M. l'Inspecteur général WATTEYNE sur « La sécurité dans les mines aux Etats-Unis d'Amérique ». Le *Geological Survey* s'occupe actuellement de faire éditer cette notice en anglais.

(2) C'est ce que M. Watteyne déclare lui-même dans la note précitée, où il commente et justifie les conseils ou « recommandations » des « experts étrangers ».

1° aux explosions minières, appareils de sauvetage et études qui s'y rapportent ; 2° aux lampes de sûreté ; 3° aux explosifs pour mines ; 4° à l'électricité.

1° *Explosions minières et appareils de sauvetage.*

M. J. W. Paul fut désigné, l'automne dernier (1908), pour prendre la direction des recherches sur les explosions minières et organiser les essais d'appareils de sauvetage ; M. Paul est un ingénieur des mines compétent et a été nombre d'années à la tête du service minier de la West-Virginie ; il avait des titres exceptionnels pour les fonctions qui lui ont été confiées.

Un des premiers soucis du Dr Holmes fut de se procurer les différents types d'appareils de sauvetage utilisés à l'étranger en vue d'accidents miniers. Deux ou plusieurs exemplaires de chaque type se trouvant dans le commerce, soit aux Etats-Unis, soit à l'étranger, furent commandés et sont maintenant à la station de Pittsburg.

Certains types, qui ont été essayés d'une façon plus complète à l'étranger, ont été commandés en plus grand nombre, non seulement pour les expérimenter, mais aussi pour être utilisés en cas de sauvetage dans les mines. En principe, le but du service n'est pas d'entreprendre les sauvetages miniers, mais de faire l'éducation du personnel des mines et d'inciter les exploitants à établir des stations de sauvetage par groupes particuliers de mines. Tous ceux qui connaissent les mines savent que la rapidité est de la plus grande importance en cas de sauvetage de vies humaines ou même des mines elles-mêmes.

Dans beaucoup de catastrophes, ce n'est pas le choc direct de l'explosion, mais l'asphyxie par les gaz produits qui a tué les victimes.

Ce point amène M. Rice à conclure comme suit :

« Avec une station accessible et un corps de sauveteurs exercés qui puissent atteindre la mine en 15 minutes, ou au maximum, en une demi-heure, un grand nombre de vies pourraient être sauvées. »

En vue de former des ouvriers d'élite au maniement des appareils respiratoires, le service a établi à Pittsburg une chambre d'exercices (fig. 2). Cette chambre contient une sorte de galerie d'accès (*gangway*) ou voie d'entrée (*entry*), avec un *crossing* (*overcast*) passant au-dessus. La salle contient une voie ferrée sur laquelle peut circuler un wagonnet ; les ouvriers doivent effectuer divers travaux : transporter des tas de briques, placer des étançons, disposer des cloisons en toile ; des mannequins, de la taille et du poids d'un homme, simulent des victimes que les sauveteurs doivent transporter d'une manière convenable le long de la galerie et au-dessus du *crossing*.

On brûle, dans des foyers, du charbon de bois et du soufre, de façon à produire une fumée épaisse, où la vie est impossible sans l'emploi d'appareils respiratoires.

On tient note du travail accompli par chaque homme et des appareils utilisés, afin d'établir des comparaisons.

Au cas où il survient une catastrophe, ce qui, malheureusement, est encore arrivé récemment, les ingénieurs des mines du Service doivent se porter aussitôt sur les lieux ; les appareils de sauvetage seront

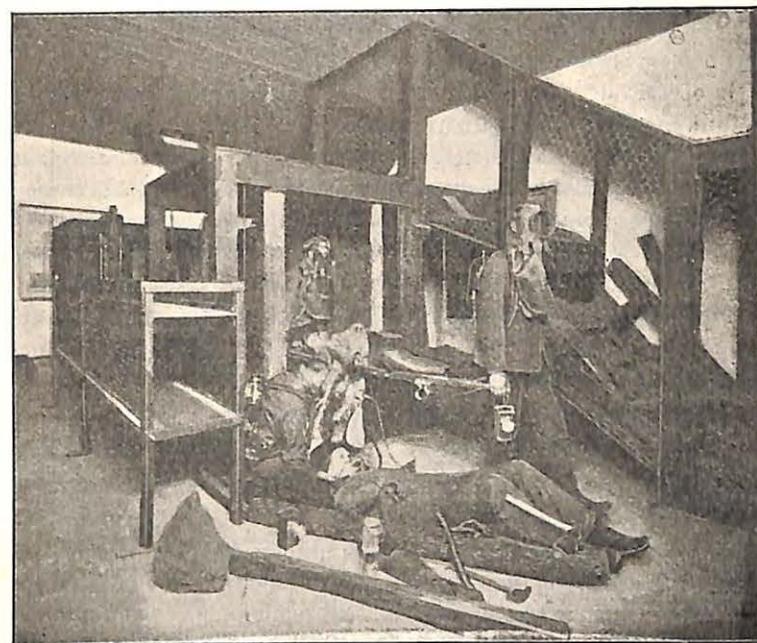


FIG. 2. Salle d'exercice de la station de sauvetage de Pittsburg.

transportés au cas où il y aurait quelque chance de les utiliser. Cela a eu lieu une demi-douzaine de fois depuis l'établissement de la station, mais les distances étaient trop grandes pour permettre aux appareils d'arriver sur les lieux en temps utile pour sauver des vies humaines. Toutefois il est arrivé, dans l'Illinois, où M. Paul et ses adjoints prêtaient leur aide à la réouverture d'une mine en feu, qu'une explosion survint dans une mine voisine, distante de 5 ou 6 milles. Le

prompt envoi d'un appareil à respiration artificielle, qui fait partie du matériel de l'équipe, sauva la vie à un homme.

Dans un autre cas, tandis que M. Paul était occupé à combattre un incendie minier, en faisant usage d'appareils à casque, un ouvrier, non muni de casque, tomba asphyxié par la fumée et les gaz; il fut rappelé à la vie par M. Paul après une heure de travail avec l'appareil à respiration artificielle.

Parlant de ce dernier cas, M. Rice signale que l'événement a mis en lumière l'utilité des casques dans la lutte contre les feux souterrains; les ouvriers qui en étaient munis ont été capables de tenir et de diriger la lance, là où des ouvriers sans casques n'auraient pu aucunement séjourner.

En opérant de la sorte, ils parvinrent à éteindre en 12 heures un feu qui menaçait de devenir un incendie sérieux.

Le projet du Service en ce qui concerne les exercices de sauvetage est d'avoir toujours de deux à six hommes en instruction, à la station de Pittsburg, sous la direction de M. Paul. Ces hommes doivent rester deux semaines environ chacun à la station, en consacrant huit heures par jour au sauvetage dans la chambre d'exercices et aux expériences sur les lampes de sûreté. Les hommes sont choisis par les compagnies charbonnières, envoyés par elles et entretenus à leurs frais.

Après la fin de leur période d'apprentissage à la station, ces ouvriers retournent chez eux et sont destinés à servir de guides-instructeurs, en répandant dans leur voisinage l'instruction reçue à la station.

Sous-stations de sauvetage. — On se propose d'établir dans le pays un certain nombre de sous-stations pour répandre la connaissance de l'utilité des appareils de sauvetage. La première de ces sous-stations a été créée, conjointement avec le « Geological Survey » local et l'Université de l'Illinois, à Urbana, pour desservir le centre du bassin houiller de l'intérieur (1).

On se propose d'établir une autre station pour le bassin du Sud des Apalaches, quelque part dans les environs de Knoxville (Tenn.), probablement d'accord avec l'Université du Tennessee; une autre sera placée à l'Ouest du bassin intérieur, aux environs de South Mc Alester (Oklahoma); une autre à Roton (Nouveau Mexique), pour

(1) Le numéro de *Mines and Minerals* d'avril 1909 a rendu compte de l'inauguration de cette station et le numéro de juillet 1909 en donne une description.

desservir le bassin du Nouveau-Mexique et du Colorado, et une probablement à Salt Lake City (Utah) ou aux environs, pour desservir les bassins de l'Utah, du Wyoming et de Montana. Comme il a déjà été dit, il n'entre pas dans la pensée du *Geological Survey* que ces stations puissent remplacer les stations privées; ces sous-stations serviront de quartiers-généraux aux ingénieurs des mines du *Geological Survey* répartis dans les différents bassins; ces ingénieurs auront pour devoir, en cas d'explosion, de se rendre aussi vite que possible sur les lieux de l'accident, emportant avec eux les appareils de sauvetage pour les utiliser si l'occasion s'en présente; en tout cas, ils feront une étude détaillée de la mine; des données ainsi recueillies, on pourra déduire des mesures destinées à éviter le retour de tels désastres.

Dans ces études sur les accidents, le *Geological Survey* n'a nullement l'intention de s'immiscer dans les attributions des services des mines des divers Etats (1), et les instructions interdisent aux ingénieurs des mines de rendre public quoi que ce soit ayant trait aux causes d'un accident pris en particulier. Le *Geological Survey* désire travailler en complète harmonie avec les fonctionnaires des divers Etats et les données recueillies ne seront utilisées que d'une manière générale, statistique et éducative.

L'inspection directe des mines après les explosions et la direction des appareils de sauvetage sera dans les attributions de M. Paul; il fera à la station de Pittsburg une étude spéciale des avantages et des inconvénients de chaque système.

Les différentes sous-stations doivent également servir de centres pour l'étude de la meilleure exploitation des mines et de ce chef rentreront aussi dans le ressort de M. G. S. Rice. Les occupations des titulaires de ces sous-stations seront probablement à peu près les suivantes: l'ingénieur des mines titulaire consacra deux ou plusieurs jours chaque semaine à instruire les ouvriers mineurs et les porions qui, espère-t-on, seront envoyés par les Compagnies pour être initiés à l'usage des appareils de sauvetage. En cette matière, les exploitants ont fait preuve d'un vif intérêt et la difficulté sera de trouver non pas des hommes, mais le temps suffisant et les facilités de les instruire.

Lorsqu'il ne sera pas occupé par la question du sauvetage, l'ingé-

(1) On sait combien en Amérique chaque État défend jalousement ses prérogatives et refoule le plus possible les empiétements du pouvoir fédéral; il y a là peut-être une source de conflits, malgré les meilleures volontés.

nieur des mines étudiera l'exploitation des mines et les faits relatifs à la sécurité. Il visitera les mines de son district, fera des rapports détaillés sur les conditions physiques et toutes les circonstances intéressant la sécurité, prélèvera des échantillons de charbon, de gaz et de poussières, et de cette façon des renseignements très complets seront finalement recueillis.

Le problème de la meilleure utilisation des gisements est sérieux, car sa solution est susceptible de provoquer une augmentation du prix de revient du charbon; il doit, pour cela, être abordé avec grand soin et être étudié à fond.

2° Expériences sur les lampes de sûreté.

L'appareil de la station de Pittsburg est analogue à ceux utilisés en Belgique et en Allemagne (fig. 3). Il a suscité beaucoup d'intérêt de la part des exploitants et ouvriers mineurs qui ont visité l'instal-

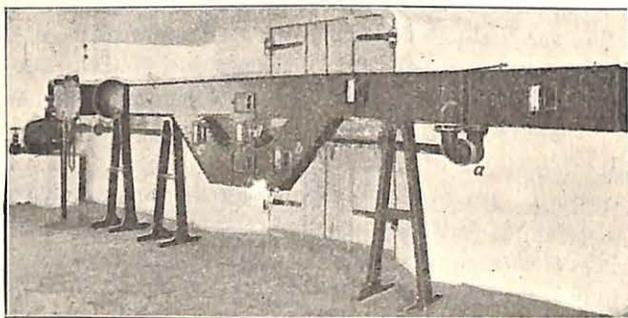


FIG. 3. Appareil d'essai des lampes de sûreté.

lation. La station a été pourvue d'un ou plusieurs spécimens de tous les types de lampes existant dans le commerce et des expériences méthodiques seront effectuées par M. Paul et ses assistants.

L'appareil a pour but de vérifier la manière de se comporter des différents types de lampes de sûreté dans les courants explosifs, tels qu'il peut s'en rencontrer dans les mines.

L'appareil d'essai consiste en un chenal en tôle pourvu de parties inclinées et verticales; des valves permettent de créer à volonté des courants horizontaux, inclinés ascendants ou descendants, ou verticaux.

Les lampes sont placées dans la galerie sur des supports conve-

nables; le mélange explosif de gaz passe dans la galerie à différentes vitesses. La vitesse du courant de grisou varie à volonté et la lampe est essayée dans un courant vertical, horizontal ou incliné; des dispositifs spéciaux permettent de placer la lampe sous n'importe quel angle par rapport au courant, les expériences effectuées en Europe ayant montré la grande influence de l'inclinaison du courant sur la sécurité des lampes.

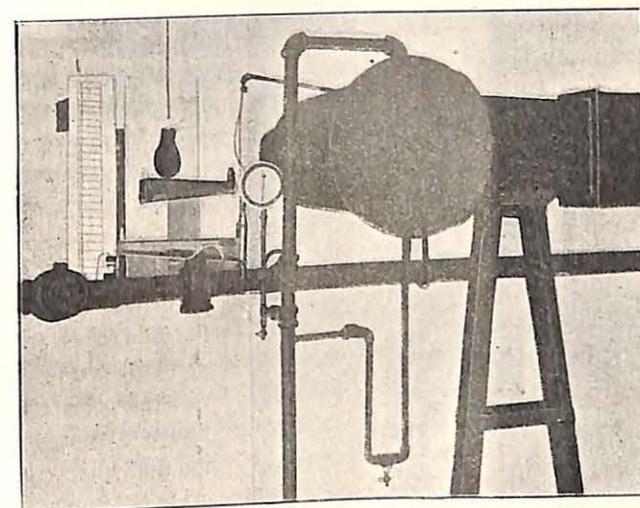


FIG. 4. Extrémité gauche agrandie de l'appareil d'essai des lampes.

L'appareil fonctionne comme suit: un ventilateur aspire un courant d'air à travers la galerie; ce courant entre par l'extrémité droite de l'appareil; le gaz est introduit par deux tuyaux bifurqués *a* que l'on voit à cette extrémité. On règle l'admission de gaz et d'air par l'emploi des manomètres placés à l'extrémité gauche de l'appareil, et dont la figure 4 donne une vue agrandie. Le mélange est réalisé en injectant le gaz dans l'air sous forme de plusieurs centaines de petits filets passant par les trous perforés dans les tuyaux d'amenée du gaz.

Les ouvertures visibles sur le côté de la galerie sont fermées par des fenêtres de glace épaisse: elles permettent d'introduire et d'observer les lampes soumises aux essais. Si, par exemple, la lampe est placée dans l'appareil par la porte *b* à droite, elle sera soumise à un courant descendant sous un angle de 45° . Si elle est introduite par la porte *c* à gauche, elle sera soumise à un courant ascendant à 45° ; placée en *d*,

elle peut recevoir un courant vertical ascendant ou descendant, suivant le sens de manœuvre des vannes.

Des soupapes de sûreté évacuent l'excès de pression lorsqu'une explosion de gaz se produit.

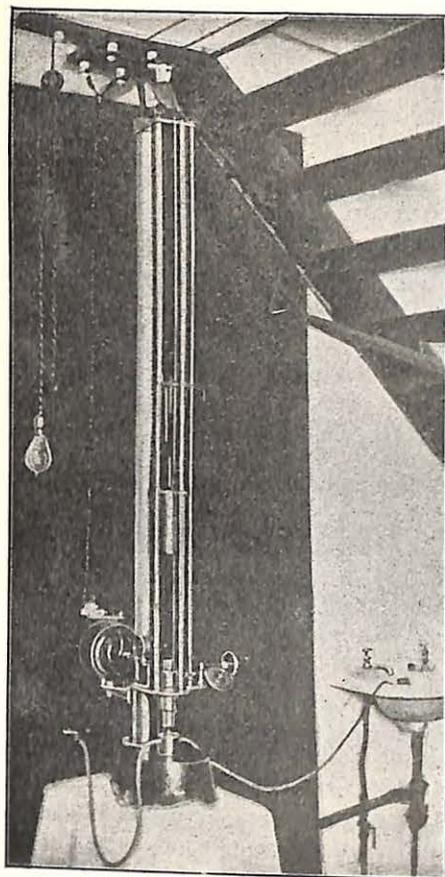


FIG. 5 Mouton servant aux essais de résistance des verres et aux expériences sur la sensibilité des explosifs au choc.

figure 6) est composée de viroles en acier; elle a 3^m05 de diamètre et 9^m14 de longueur. On l'utilise pour comparer les lampes de sûreté dans une atmosphère en repos; elle sert, à l'occasion, à exercer les ouvriers et porions à la détermination, par l'examen à la lampe, du pourcentage de grisou présent dans l'atmosphère. Les proportions d'air et de méthane contenues dans la galerie sont connues exacte-

Les divers instruments visibles à la figure 4 servent à indiquer la pression et le volume des gaz entrant dans la galerie.

Comme on le voit, cet appareil reproduit entièrement celui qui est installé à Frameries.

Les verres de lampes font aussi à Pittsburg l'objet d'expériences au point de vue de leur résistance au choc; la figure 5 représente le mouton qui sert à cet effet. Cet appareil est utilisé également pour se rendre compte de la sensibilité des explosifs aux chocs.

A un autre point de vue, les lampes font encore l'objet d'expériences dans la galerie n° 2 du siège; cette galerie (représentée à la

ment par jaugeages et sont contrôlées par une analyse chimique. Cette galerie n° 2 sert encore à divers usages: les ingénieurs des

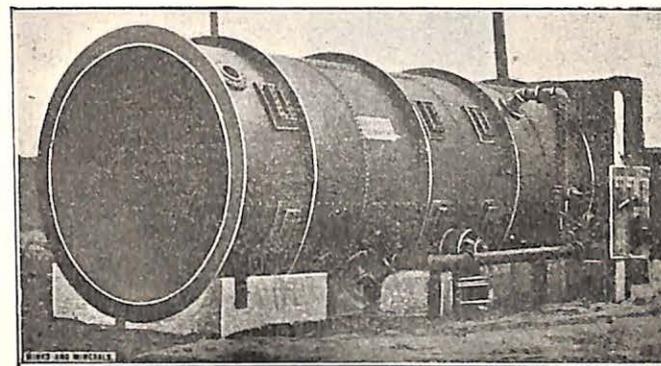


FIG. 6. Galerie n° 2.

mines y enseignent l'analyse des gaz de mines à l'aide d'appareils portatifs (appareil Orsatt-Lunge); on y expérimente des haveuses et locomotives électriques en présence de grisou et de poussières.

3° Recherches sur les explosifs de mines.

La recherche d'explosifs offrant toute garantie est de la plus haute importance pour l'exploitation des mines de houille en général; la question est capitale en Amérique où les explosifs s'emploient pour l'abatage du charbon. L'emploi des explosifs est le grand danger des mines américaines (1).

Ces recherches rentrent dans les attributions de M. Clarence Hall. Les expériences s'effectuent dans une galerie de 30^m50 de longueur, de section circulaire (1^m94 de diamètre), construite en tôles de chaudière; cette galerie comprend quinze sections de 2 mètres environ, numérotées de 1 à 15 à partir du mortier d'essai; les figures 7 et 8 représentent la galerie respectivement en long et de face. A une extrémité, celle de droite dans la figure 7, se trouve un mortier ou canon, noyé dans une masse de béton. Cette extrémité représente le

(1) Voir l'article déjà cité de M. Watteyne, *La Sécurité dans les mines aux Etats-Unis d'Amérique*.

front d'une galerie, le trou du canon figurant le fourneau de mine; la mine, naturellement, donne toujours un coup débouillant.

Les dispositions sont prises pour pouvoir introduire du méthane en proportions voulues dans une section quelconque de la galerie, chaque section pouvant être isolée par une cloison de papier solidement maintenue par des cadres en fer. La figure 7 montre la canalisation de gaz régnant extérieurement sur toute la longueur de la galerie. Les parois de la galerie portent aussi des tablettes mobiles,

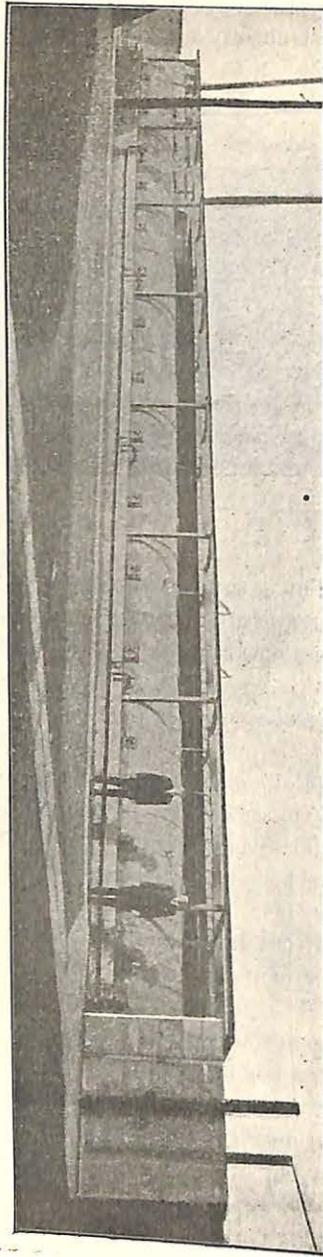


FIG. 7. Galerie no 1 vue suivant la longueur.

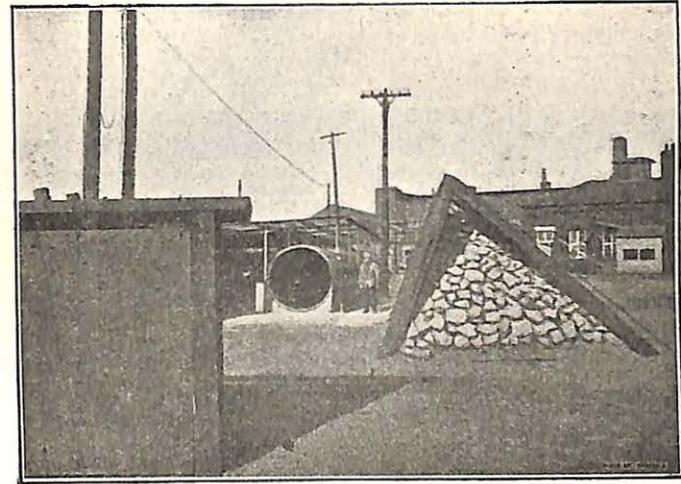


FIG. 8.

sur lesquelles la poussière de charbon peut être placée pour être expérimentée en présence des explosifs. Des soupapes de sûreté sont placées de distance en distance tout le long du sommet de la galerie; elles ne sont pas fixées, de manière que, en cas d'explosion, elles s'ouvrent en pivotant sur leurs charnières.

La figure 9 montre le fonctionnement de ces soupapes lors d'une explosion dans la galerie. Une série de regards numérotés (correspondant à chaque section) et couverts d'une glace de 12.7 ^m/_m d'épaisseur, permet aux expérimentateurs d'observer les résultats en se tenant dans le local d'observation, placé à 18^m30 de la galerie et à peu près parallèlement à celle-ci. Un mélange explosif de grisou et d'air ou de poussières charbonneuses et d'air est foulé dans la galerie;

l'explosif à étudier est mis à feu à l'extrémité de cette galerie, de telle sorte que la flamme atteigne directement le grisou ou la poussière charbonneuse. En guise de grisou, on utilise à Pittsburg le gaz naturel qui présente une très grande analogie avec le terrible gaz.

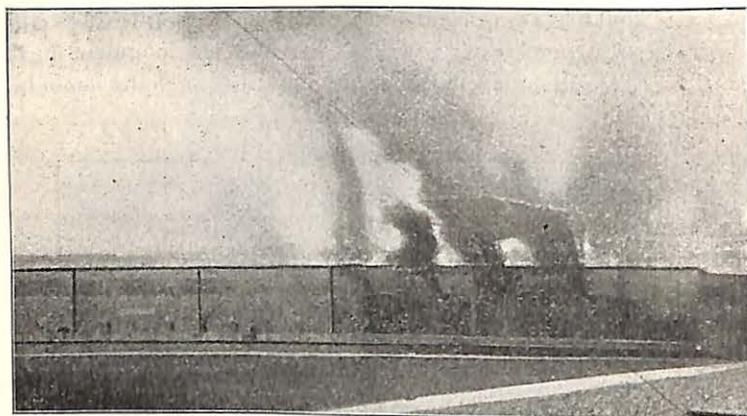


FIG. 9. Photographie d'une explosion de la galerie n° 1.

La composition moyenne du gaz naturel recueilli en Pennsylvanie et West-Virginie est indiquée comme suit dans la publication du *Geological Survey*, « *Mineral Resources of the United States* » pour l'année 1905 (p. 807) :

Méthane	80.85 %
Autres hydrocarbures (1).	14.00 »
Azote	4.60 »
Acide carbonique	0.05 »
Oxyde de carbone	0.40 »
Hydrogène	0.10 »
Oxygène	Trace.

On voit que la teneur en méthane est plus forte que celle des grisous les plus purs de nos mines belges : à Frameries, le grisou a généralement de 70 à 75 % de méthane et de 3 à 3.5 % de CO², teneur ramenée à 1.5 % par passage dans un épurateur.

Le tir des mines s'opère électriquement du local d'observation.

Une longue fenêtre d'observation, étroite, couverte d'une glace et

(1) Principalement de l'éthane.

protégée par un chapeau (fig. 10), permet à un certain nombre de personnes d'observer, sans aucun risque pour elles-mêmes, les effets d'une explosion qui se produit dans la galerie.

Sur la figure 8 on peut voir les cloisons-parapets protégeant les alentours.

M. Rice déclare que toutes les poussières de charbons gras qui ont été essayées jusqu'à présent ont donné lieu à inflammation et produit une véritable explosion en présence d'un coup débouillant de dynamite ou de poudre noire. On n'a pas encore fait d'essais sur les

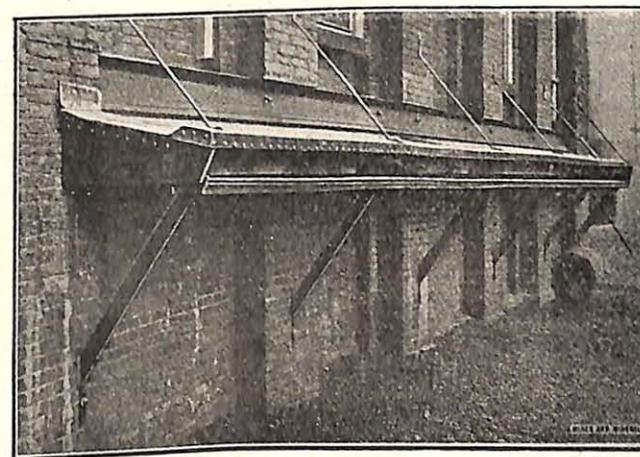


FIG. 10. Vue extérieure du local d'observation de la galerie n° 1.

poussières d'anthracite, que certains considèrent comme non-explosibles, mais des expériences seront faites à bref délai.

Le but de cette galerie n° 1 est de trouver des explosifs n'enflammant ni le grisou ni les poussières. Comme il a été dit plus haut, cette question était la première à l'ordre du jour; aussi fut-elle abordée en tout premier lieu.

Le 9 janvier 1909, le Dr Smith, directeur du *Geological Survey*, adressa une circulaire aux fabricants du pays, les invitant à envoyer les explosifs qu'ils désireraient voir essayer en vue de leur admission dans les mines contenant du grisou ou des poussières.

Cette circulaire définissait les conditions des essais à effectuer dans les termes qui suivent :

« 1° Le fabricant doit fournir 100 livres (45^k4) de chaque explosif qu'il désire voir soumettre aux expériences; il est responsable de

la surveillance, des manipulations et de la livraison de ces produits, à l'époque fixée pour les expériences, à la station d'essais établie à Pittsburg sur les terrains de l'arsenal des Etats-Unis; un représentant du fabricant doit être présent pendant les expériences; il sera responsable de la manipulation des emballages contenant les explosifs jusqu'au moment de leur ouverture en vue des essais;

» 2° Personne ne peut assister ou participer à ces essais en dehors des fonctionnaires du gouvernement attachés à la station dont la présence est nécessaire, de leurs aides et du représentant du fabricant de l'explosif à expérimenter;

» 3° Les essais auront lieu dans l'ordre de réception des demandes, pourvu que la quantité nécessaire d'explosif soit fournie à la station à l'époque désignée; le *Geological Survey* accusera réception de cette fourniture.

» 4° La préférence sera donnée, pour les essais, aux explosifs déjà fabriqués actuellement et existant déjà dans le commerce. Aucun essai ne sera fait sur un nouvel explosif, non encore fabriqué ni vendu, avant que les explosifs actuels présentés aux essais n'aient été expérimentés.

» 5° Une liste des explosifs qui subiront les épreuves avec succès sera adressée aux Inspecteurs des mines des divers Etats et sera publiée par la voie qui sera jugée opportune.

» On se propose, après avoir achevé les essais effectués pour les fabricants, de soumettre également à des expériences les explosifs tels qu'ils sont fournis dans les mines des différents Etats. »

La circulaire était accompagnée du programme des expériences :

Conditions des essais pour les explosifs utilisés dans les mines de charbon.

« Les expériences seront faites par les ingénieurs de la station d'essais du *Geological Survey* à Pittsburg, dans la galerie n° 1. La charge d'explosif à utiliser dans les essais 1, 2 et 3, doit avoir une puissance égale à celle d'une demi-livre (227 grammes) d'une dynamite à 40 % de nitroglycérine, contenue dans son enveloppe d'origine, ayant la composition suivante :

Nitroglycérine	40
Nitrate de soude	44
Pulpe de bois	15
Carbonate de chaux	1
	100

100

» Chaque charge sera amorcée à l'aide d'un détonateur électrique, de puissance suffisante pour assurer la détonation complète de la charge, d'après les recommandations du fabricant. Les explosifs doivent être tels que les essais chimiques ou physiques ne donnent aucun résultat défavorable. Les explosifs dont la charge utilisée est inférieure à 100 grammes (0,22 livre) seront pesés dans une feuille d'étain, sans leur enveloppe d'origine.

» Les poussières utilisées dans les essais 2, 3 et 4 auront même ténuité et proviendront d'une seule mine (1).

» *Essai n° 1.* — On tirera dix coups, à la charge précisée ci-dessus, les cartouches étant dans leurs enveloppes d'origine; chaque fois le bourrage comprendra une livre d'argile; la température de la galerie sera de 77° F (25° C), le mélange de gaz et d'air contiendra 8 % de méthane et éthane. Un explosif satisfera à l'essai si aucun des dix coups n'enflamme le mélange.

» *Essai n° 2.* — On tirera dix coups, dans les mêmes conditions de charge, de bourrage et de température, dans un mélange de gaz et d'air contenant 4 % de méthane et éthane et 20 livres (9^k08) de poussières de charbons gras; 18 livres (8^k17) seront placées sur les tablettes disposées latéralement dans l'espace de 20 pieds (6^m10) immédiatement voisin du mortier (2); on déposera 2 livres (0^k91) près de la bouche de l'appareil mélangeur de manière que cette quantité soit totalement ou partiellement en suspension dans la première division de la galerie. Un explosif satisfera à cette épreuve si les dix coups ne donnent aucune inflammation.

» *Essai n° 3.* — Dix coups à la même charge, avec enveloppes d'origine, seront tirés, avec bourrage d'argile d'une livre, à une température de galerie de 77° F (25° C), en présence de 40 livres (18^k16) de poussières de charbon gras; 20 livres (9^k08) seront distribuées uniformément sur un chevalet placé en face du mortier et 20 livres placées sur les tablettes latérales dans les sections 4, 5 et 6. Un explosif satisfera à cette épreuve si les dix coups ne donnent aucune inflammation.

» *Essai n° 4.* — La charge-limite sera déterminée, à 25 grammes

(1) En vue d'avoir des poussières uniformes sous le rapport de la pureté et de l'inflammabilité.

(2) Dans les sections 1, 2 et 3.

près, en faisant exploser des charges, contenues dans leurs enveloppes d'origine, sans bourrage, la température de la galerie étant de 77° F (25° C), dans un mélange de gaz et d'air contenant 4 % de méthane et d'éthane et 20 livres de poussières de charbons gras, disposées comme dans l'essai n° 2. La charge-limite n'est établie qu'après cinq essais effectués dans les mêmes conditions.

» *Essai n° 5.* — La charge-limite sera déterminée dans les mêmes conditions que dans l'essai 4, excepté que l'on n'utilisera que 2 %, au lieu de 4 %, de méthane et éthane.

» *Note :* On emploiera au moins deux livres d'argile comme bourrage avec les explosifs à action lente. »

Les essais ont été menés rapidement ; une circulaire du 15 mai 1909 du *Geological Survey* fait connaître les résultats des essais effectués jusqu'à cette date.

Douze fabricants ont demandé les expériences pour 29 explosifs ; 17 ont subi avec succès les essais 1, 2, 3 et 4, et seront appelés *permissible explosives*, expression que M. Watteyne a déjà traduite, faute de mot plus exact, par *explosifs admissibles*.

La circulaire du 15 mai ne fait plus aucune mention de l'essai 5 qui a sans doute été jugé superfétatoire, puisque c'est l'essai 4 considérablement adouci. Cette circulaire, sous réserve des conditions d'emploi que nous énumérons plus bas, précise la définition d'un explosif admissible : c'est un explosif qui a subi les essais 1, 2 et 3 décrits plus haut et pour lequel, dans l'essai 4, une charge de 1 1/2 livre (680 grammes) a été mise à feu dans le mélange prescrit, sans causer d'inflammation.

Ainsi donc les explosifs admissibles doivent d'abord subir une série d'essais, avec bourrage, sous une charge correspondant à 227 grammes de dynamite-type à 40 % de nitroglycérine ; il faut ensuite que la charge-limite sans bourrage, dans une atmosphère grisouteuse et poussiéreuse, soit d'au moins 680 grammes.

Dans ces conditions, les premiers essais sont simplement éliminatoires, le dernier paraissant être de loin le plus rigoureux. Il sera curieux d'examiner à ce point de vue les résultats détaillés qui seront publiés sur ces expériences. A priori, ce minimum imposé à la charge-limite, semble devoir privilégier les explosifs de faible puissance, bien que les premiers essais, qui exigent une *puissance* déterminée, soient de nature à contrebalancer cet effet.

Voici la liste des explosifs admissibles à la date du 15 mai 1909 ; il est regrettable que la composition n'ait pas été indiquée (1).

Explosifs admissibles essayés avant le 15 mai 1909.

Marque de fabrique	Fabricant
Ætna Coal powder A.	Ætna Powder Co, Chicago (Illinois).
Ætna Coal powder B.	
Carbonite n° 1	E. I. Du Pont de Nemours Co., Wilmington, Del.
— n° 2	
— n° 3	
— n° 1 L. F.	
— n° 2 L. F.	Keystone Powder Co., Emporium, Pennsylvanie.
Coal spécial n° 1	
— n° 2	Potts Powder Co., New-York City.
Coalite n° 1	
— n° 2 D.	Sinnahoning Powder Co., Emporium (Pennsylvanie).
Collier dynamite n° 2.	
— n° 4.	
— n° 5.	Masurite Explosives Co., Sharon, Pennsylvanie.
Masurite M. L. F.	
Meteor dynamite	E. I. Du Pont de Nemours Co., Wilmington, Del.
Monobel	

Conditions d'emploi.

1. L'explosif doit être, sous tous les rapports, semblable à celui présenté par la fabrique pour les essais.

2. On doit employer des détonateurs renforcés, d'une puissance au moins équivalente à 1 gramme de poudre fulminante composée de 90 parties de fulminate de mercure et 10 parties de chlorate de potassium (ou son équivalent), à l'exception de l'explosif

(1) Dans le numéro de juillet 1909 de *Mines and Minerals*, nous trouvons, sous la signature de M. F. H. GONSOLUS, quelques renseignements sommaires sur les explosifs *admissibles* de la firme Du Pont de Nemours : les *Carbonites* sont analogues aux explosifs portant le même nom en Europe ; les carbonites n° 1 L. F. et n° 2 L. F. (*low freezing*) présentent cette particularité, grâce à l'addition d'un produit non désigné, de ne se congeler qu'à 0° C., au lieu que les *Carbonites* ordinaires sont atteintes par la gelée à des températures de 7 à 10° C. ; Le *Monobel* est un explosif au nitrate d'ammoniaque ; le *Meteor* renferme un peu de nitroglycérine et des constituants volatils qui ont pour but d'abaisser la température de détonation ; c'est le premier explosif qui ait été fabriqué aux États-Unis en vue de l'emploi dans les mines poussiéreuses ou grisouteuses.

« Masurite M. L. F. », pour lequel la charge du détonateur ne peut pas être inférieure à 1 1/2 gramme.

3. Les explosifs atteints par la gelée seront complètement dégelés avant usage, à l'aide d'un dispositif approprié et présentant toute sécurité.

4. La charge employée en pratique ne peut dépasser 1 1/2 livre (680 grammes) et doit être bourrée soigneusement.

La circulaire annonce que les résultats satisfaisants obtenus pour les autres explosifs seront publiés au fur et à mesure de l'achèvement des essais; elle annonce également qu'une publication ultérieure du *Geological Survey* donnera la description des méthodes suivies, relatera les nombreux essais supplémentaires auxquels chaque explosif est soumis et fournira les données complètes obtenues dans chaque cas. Elle se termine par des « notes et remarques » que nous transcrivons ci-dessous :

« Il est utile de faire ressortir certaines différences entre les explosifs admissibles et la classe des poudres noires actuellement si employées d'une manière générale dans les mines de houille :

» a) A égale quantité d'explosifs, la flamme de la poudre noire est plus de trois fois aussi longue et dure 3,000 et jusque plus de 4,000 fois plus que celle des explosifs « admissibles », tellement le processus de l'explosion est plus lent;

» b) La puissance des explosifs admissibles varie de 1 1/4 à 1 3/4 fois celle de la poudre; ils peuvent, s'ils sont employés judicieusement, faire un travail double de la poudre noire dans l'opération d'abatage du charbon; ils ne doivent donc être consommés qu'en quantités deux fois moindres;

» c) En admettant qu'une livre d'explosif admissible remplace deux livres de poudre noire, la quantité de gaz nuisibles dégagés par un coup de mine est, en moyenne, approximativement la même, la quantité produite par la poudre noire étant inférieure à celle de certains explosifs admissibles et, d'autre part, légèrement supérieure à la quantité produite par d'autres. Le temps qui s'écoule après le tir, avant que le mineur ne retourne au front de la taille ou n'allume un nouveau fourneau, ne doit pas être inférieur dans le cas d'emploi d'explosifs admissibles à celui que l'on observe avec la poudre noire.

» L'usage d'explosifs admissibles doit être considéré comme un *supplément* de précaution et non comme se substituant aux autres précautions de sécurité dans les mines où le grisou ou des poussières de charbon peuvent se présenter en quantités dangereuses. Ainsi qu'il est dit plus haut, ils doivent être utilisés avec de forts déto-

nateurs; la charge ne peut pas excéder 1 1/2 livre (680 grammes) et, dans nombre de cas, n'a pas besoin de dépasser une livre.

» Attendu qu'aucun explosif utilisé dans les mines ne détone *sans flamme* et qu'aucun explosif n'est sûr sous *toutes* les conditions d'exploitation, les termes explosif « sans flamme » (*flameless*) ou explosif « de sûreté » sont sujets à être mal interprétés; ils peuvent, de ce fait, créer un danger pour la vie humaine et doivent, par conséquent, être écartés. »

Cette dernière recommandation a été bien souvent faite en notre pays dans les publications relatives aux expériences de Frameries, et le terme *antigrisouteux*, adopté à présent officiellement, ne tombe pas sous le reproche fait à l'expression « explosif de sûreté ».

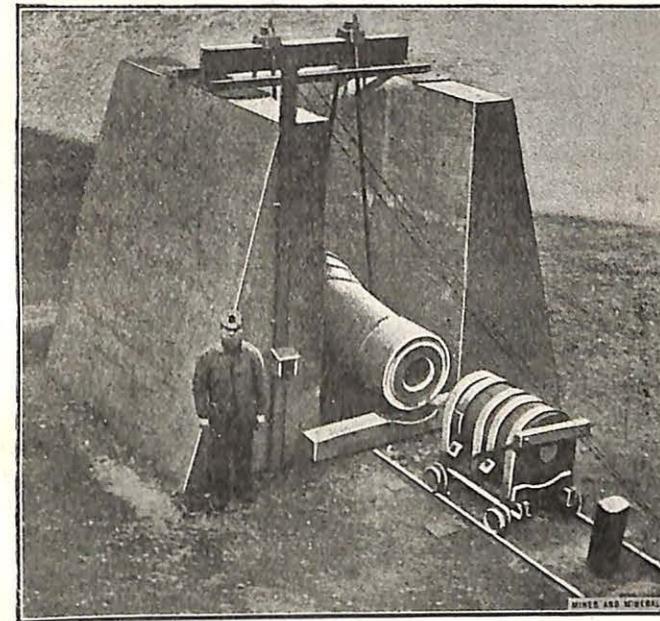


FIG. 11. Pendule balistique.

A côté de la galerie n° 1 expérimentant les explosifs en présence du grisou et des poussières, il y a à Pittsburg un certain nombre d'autres appareils essayant les explosifs seuls. Un pendule balistique (fig. 11) sert à déterminer la force relative de chaque explosif d'après

la longueur d'oscillation communiquée au pendule. Des blocs de plomb Trauzl sont employés aussi dans le même but. Quelques autres appareils bien connus sont installés comme dans les galeries de Schlebusch et de Woolwich ; ce sont :

1^o L'appareil d'essai des flammes (fig. 12), qui consiste en un mortier vertical disposé de manière que la flamme produite par l'explosif surgisse en face d'une galerie hermétique avec chambre noire,

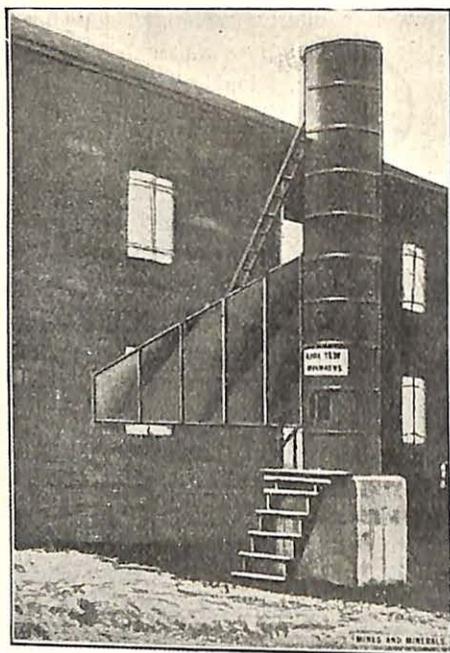


FIG. 12. Appareil de mesure des flammes.

dans laquelle est placé un appareil photographique. La longueur et la durée des flammes sont enregistrées sur un film sensible animé d'une grande vitesse. En face du film est disposée une lentille de quartz employée pour développer les rayons violets qui caractérisent la partie chaude de la flamme. La durée de celle-ci est déterminée en millièmes de seconde par cet appareil ;

2^o Une bombe calorimétrique (fig. 13), qui détermine la quantité de chaleur développée par l'explosif ;

3^o Enfin un des appareils les plus importants du laboratoire, l'appareil Bichel (fig. 14), dans lequel on fait détoner dans le vide

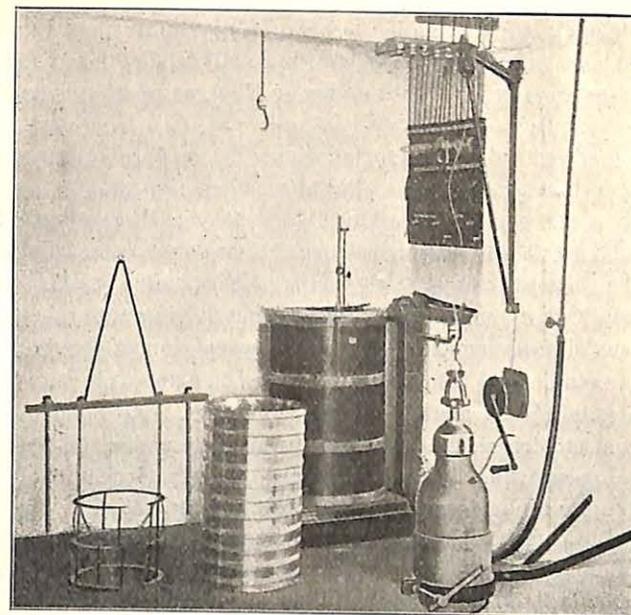


FIG. 13. Bombe calorimétrique.

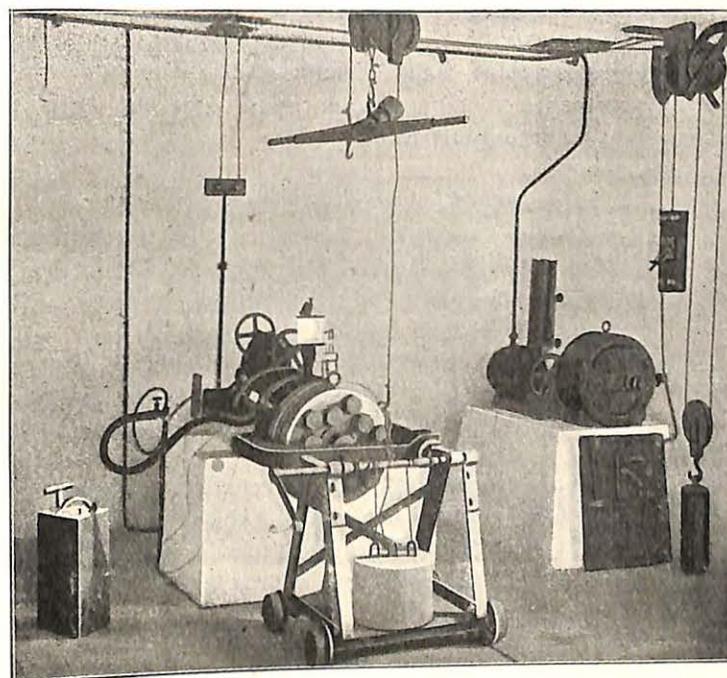


FIG. 14. Appareil Bichel pour l'essai des explosifs.]

une petite quantité d'explosif : la pression résultante et sa durée se marquent sur un cylindre enregistreur rotatif analogue aux indicateurs ordinaires des machines à vapeur. Les gaz résultants de l'explosion sont soutirés et analysés.

Dès que des résultats importants sur les explosifs auront été obtenus par de multiples essais à la station d'expériences, le Dr Holmes se propose de les contrôler dans certaines galeries de mines dont on pourra obtenir la disposition en vue de ces expériences. Dans ces mines, on pourra essayer des coups débouffants et des coups surchargés, avec divers explosifs, en présence de grisou, de poussières ou des deux simultanément; de même, des expériences peuvent être faites pour étudier des dispositifs d'arrosage ou d'autre moyens d'éviter l'explosibilité des poussières charbonneuses. Les plans de ces travaux ont été dressés et seront poursuivis cette année. Le *Geological Survey* pense que l'on recueillera de ces expériences effectuées dans une mine réelle des résultats importants, qui satisferont mieux en général le personnel des mines. Dans ces expériences, des instruments automatiques de diverses espèces seront utilisés pour noter la longueur de la flamme, la chaleur dégagée, le taux et la durée de la pression. Des dispositifs seront installés pour prélever des échantillons des gaz produits immédiatement après l'explosion.

Ce programme d'expériences dans des travaux miniers est d'une belle hardiesse; son exécution présentera, croyons-nous, de grandes difficultés; les observations, malgré l'emploi de dispositifs ingénieux, seront toujours délicates, sans compter les dangers que peuvent présenter ces expériences souterraines.

4° Recherches sur l'électricité.

Les multiples applications de l'électricité dans les mines américaines imposaient au *Geological Survey* l'étude de l'électricité au point de vue de la sécurité.

Différents types d'appareils d'essai ont été choisis par M. George R. Wood, ingénieur-conseil de la station en matière d'électricité, d'accord avec M. Randolph, chef du service électrique de la *Pittsburg Coal Co.*

L'ingénieur électricien qui sera chargé directement de ces recherches est M. H. H. Clark, récemment nommé à ce poste.

Ces recherches sur les applications de l'électricité dans les mines répondent à un besoin urgent, ainsi que le prouvent les discussions

qui surgissent aux réunions d'ingénieurs américains. Les revues minières sont d'ailleurs remplies d'articles sur cet objet.

Quelques questions demandent des éclaircissements particulièrement désirables; ce sont : l'étude d'isolants appropriés, résistant aux eaux acides et à l'atmosphère de la mine; la question de savoir si les types de moteurs enfermés offrent toute sécurité en présence du grisou; dans quelles conditions les lampes électriques à incandescence, fixes ou portatives, sont d'un emploi sûr en présence du grisou; si les téléphones sont d'un usage sûr en toutes conditions. Enfin, il y a la question si discutée du meilleur voltage à employer dans les mines. Dans ce domaine également la besogne ne manque pas.

Après cet aperçu de l'œuvre à exécuter, M. Rice conclut — et c'est à juste titre — que la division technique a de nombreuses recherches à effectuer; on ne peut prévoir le moment où elles seront finies; la difficulté qui attend la section des accidents miniers notamment sera, croit M. Rice, d'arriver à des résultats aussi rapidement que semblent l'exiger les besoins des exploitations minières du pays.

On ne peut qu'admirer ce bel élan dont les Etats-Unis, longtemps indifférents en matière de sécurité minière, donnent le spectacle actuellement, comme s'ils voulaient regagner le temps perdu; souhaitons en terminant que cette belle éclosion d'efforts, dans un pays qui, jusqu'à présent, tenait une fort mauvaise place au point de vue de la sécurité des mines, soit promptement couronnée de succès; le *Geological Survey* n'a, vis-à-vis des exploitants, aucune action coercitive et c'est par voie de persuasion que les modifications doivent être introduites, sauf les règlements particuliers qui peuvent être édictés par les divers Etats; mais exploitants et inspecteurs des mines semblent animés d'un même zèle, et il est probable que les persévérants efforts du personnel d'élite du *Geological Survey* arriveront promptement à des résultats marquants.

BRUXELLES, 30 juin 1909.