

MINISTÈRE
DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

—
ADMINISTRATION DES MINES
—

EMPLOI DES EXPLOSIFS
DANS LES MINES DE HOUILLE DE BELGIQUE
pendant l'année 1901

Statistique comparative
dressée d'après les documents officiels
Notes sur Quelques Appareils nouveaux pour
l'étude des EXPLOSIFS DE SURETÉ.
Description du Siège d'expériences établi par
l'Etat belge pour l'essai des explosifs, lampes de sûreté, etc.

PAR

VICTOR WATTEYNE

Ingénieur en chef, Directeur des Mines à Bruxelles
Directeur du Service des accidents miniers et du grisou

SIMON STASSART

Ingénieur principal des Mines à Mons

ET

LUCIEN DENOEL

Ingénieur au Corps des Mines à Bruxelles

—
Extrait des *Annales des Mines de Belgique*, tome VII.
—

BRUXELLES

L. NARCISSE, IMPRIMEUR

4 et 4^a, rue du Presbytère

—
1902

EMPLOI DES EXPLOSIFS

DANS LES MINES DE HOUILLE DE BELGIQUE
pendant l'année 1901

Statistique comparative
dressée d'après les documents officiels
Notes sur Quelques Appareils nouveaux pour
l'étude des EXPLOSIFS DE SURETÉ.
Description du Siège d'expériences établi par
l'Etat belge pour l'essai des explosifs, lampes de sûreté, etc.

PAR

VICTOR WATTEYNE

Ingénieur en chef, Directeur des Mines à Bruxelles
Directeur du Service des accidents miniers et du grisou

SIMON STASSART

Ingénieur principal des Mines à Mons

ET

LUCIEN DENOEL

Ingénieur au Corps des Mines à Bruxelles

Il est presque oiseux de faire observer que la question des explosifs, qui intéresse à un si haut point la sécurité des ouvriers dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses, est loin encore d'avoir reçu une solution complète et en tous points satisfaisante.

Une telle solution ne pourrait consister que dans la découverte de procédés d'abatage de la houille et des roches encaissantes, qui permettraient la suppression complète de l'emploi des explosifs quels qu'ils soient, ou bien

dans la découverte de l'explosif de sûreté absolue que, dans un travail précédent, nous avons défini comme suit :

« Un explosif qui puisse impunément déflagrer ou détoner, en n'importe quelle quantité, quels que soient le » bourrage employé et les conditions de l'explosion, au » sein d'une atmosphère grisouteuse ou poussiéreuse, à » n'importe quel degré d'inflammabilité. »

La première solution n'a, il faut bien le dire devant l'évidence de la statistique même qui fait l'objet d'une partie du présent travail, pas fait de progrès en Belgique durant ces deux dernières années.

Après avoir donné, au début, de sérieuses espérances, les moyens mécaniques proposés pour provoquer l'éclatement des roches ont vu leur emploi cesser de se répandre et même se restreindre ; tandis que dans nos premières statistiques, nous enregistrons avec satisfaction les progrès accomplis dans le sens de la suppression de l'emploi des explosifs, c'est cette fois un mouvement de recul qu'accusent les relevés. Ce mouvement avait été précédé, ainsi que nous le constatons pour les années 1898 et 1899, d'un état stationnaire semblant indiquer que la réduction dans l'emploi des explosifs pour le creusement et l'élargissement des galeries (1) avait été poussée aussi loin que le permettaient la nature de nos gisements houillers et l'efficacité des moyens mécaniques.

Nous ne croyons pas cependant que l'on doive désespérer de voir de nouveaux progrès s'accomplir dans cet ordre

(1) Rappelons que, dans notre pays, l'abatage de la houille au moyen d'explosifs ne se pratique guère que dans les mines sans grisou ; il est interdit par le règlement dans toutes les mines grisouteuses ; il n'est donc en usage dans celles-ci que d'une façon exceptionnelle et moyennant des autorisations spéciales difficilement accordées. Il en résulte que les moyens proposés pour remplacer les explosifs n'ont, pour nous, d'importance que lorsqu'ils permettent l'attaque des roches encaissantes ; c'est pourquoi nous ne prenons guère en considération les procédés qui ne sont encore d'un emploi pratique et industriel que pour l'abatage de la houille, et qui sont ainsi peu intéressants pour les mines de Belgique.

d'idées. On a pu voir, à l'Exposition de Dusseldorf, de grosses perforatrices à rodage fonctionnant dans des roches très dures; ce sont là des outils dont l'utilisation peut être appelée à rendre des services. D'autres procédés peuvent aussi être imaginés. Aussi considérons-nous la question comme toujours ouverte, et, comme elle intéresse au plus haut degré la sécurité de nos mines, il importe que l'attention des ingénieurs et des inventeurs ne s'en détourne pas.

La seconde solution du problème qui nous occupe n'est, avons-nous fait ressortir dans nos précédents travaux, pas réalisable d'une façon absolue; mais, si l'explosif idéal dont la définition est rappelée ci-dessus, n'existe pas et, selon toute vraisemblance, ne peut exister, une limite de charge s'imposant toujours au-delà de laquelle l'explosif est susceptible de mettre le feu à un mélange inflammable, tout au moins peut-on entrevoir la possibilité d'avoir à sa disposition un explosif dont la *charge limite* soit assez élevée pour que l'on puisse, dans la pratique, rester en dessous de cette charge et, par conséquent, se trouver, en employant cet auxiliaire, dans des conditions de sécurité relative aussi grandes que possible.

Disons de suite que, pour presque tous les explosifs connus jusqu'à ce jour, la charge limite est encore assez basse et qu'elle est souvent dépassée dans la pratique.

Il sera même probablement toujours difficile d'obtenir des explosifs à charges limites assez élevées pour permettre de miner avec sécurité dans des conditions en usage dans certaines mines, c'est-à-dire avec des charges très considérables, conditions que nous avons entendu préconiser au Congrès de Paris, en 1900, par M. Marsaut, directeur des mines de Bessèges, dans le but, très louable en lui-même, de diminuer le nombre de mines à tirer et, par le fait même, de réduire les risques d'accidents provenant de la manipulation des explosifs.

Nous avons eu récemment, dans notre pays même, au charbonnage du Grand-Buisson, une triste expérience de l'influence des fortes charges: le 26 avril 1901, dix-neuf ouvriers mineurs ont été tués par une inflammation de grisou due au tir d'une mine chargée d'environ un kilogramme d'une gristutine composée comme suit :

Nitroglycérine	25	p. c.
Cellulose	3.5	»
Nitrate d'ammoniaque. .	71	»
.		

Dans nos précédents travaux sur les explosifs de sûreté, nous avons fait ressortir de quelle complexité de facteurs résultait la sûreté d'un explosif déterminé. Nous en concluons que l'expérience seule, en donnant la résultante de ces différents facteurs, permettrait de fixer la *charge limite* au-delà de laquelle un explosif donné cesserait d'être de sûreté, et que, dans l'état actuel de nos connaissances, c'était là le moyen le plus rationnel de déterminer le degré de sûreté pratique des différents explosifs proposés pour l'emploi dans les mines à grisou.

Aussi est-ce avec une vive satisfaction que nous pouvons annoncer que le *Service des accidents miniers et du grisou* possède actuellement les moyens de procéder à ces expériences, et que l'installation, projetée depuis longtemps, est enfin réalisée.

Il importait avant tout de disposer d'une source de grisou continue et assez abondante pour subvenir à tous les besoins des expériences.

Nous avons toujours cru, en effet, qu'il convient, dans des expériences de ce genre devant avoir une portée pratique immédiate, de se placer autant que possible dans les conditions de la pratique et, notamment, d'expérimenter

avec le même gaz que celui que l'on rencontre dans les mines et dont on se propose de combattre les dangers.

Sans aucun doute, l'emploi, pour de semblables essais, de gaz d'éclairage ordinaire que l'on peut se procurer abondamment en tous lieux, présente de grands avantages au point de vue des facilités qu'il offre, mais nous pensons que ce gaz, qui s'écarte du gaz des mines par certaines propriétés, essentielles pour le cas qui nous occupe, tel le retard différent à l'inflammation, ne peut donner des résultats probants.

On a allégué, il est vrai, que le grisou naturel présente de nombreuses et importantes différences de composition, telles même que le gaz d'éclairage serait moins différent du grisou ordinaire que le grisou de telle ou telle mine le serait d'un autre. C'est là une assertion qui ne reposait sur aucune constatation sérieuse et qui n'est plus guère soutenue aujourd'hui. Les recherches les plus récentes ont démontré au contraire que le gaz des mines se compose presque exclusivement de formène.

Aussi, la Commission française a-t-elle pu faire ses expériences avec du formène pur, obtenu par préparation chimique.

Mais lorsqu'on a, comme en Belgique, le triste privilège d'avoir les mines les plus grisouteuses du monde entier, il n'est pas nécessaire de recourir à ces moyens artificiels; la seule difficulté consiste à capter le grisou en un endroit où l'on peut se le procurer sans danger et sans trop de frais, dans de bonnes conditions de sécurité et sans que ce captage ne gêne l'exploitation de la mine.

Rappelons que les expériences allemandes et autrichiennes se font avec du grisou capté de cette façon, et il ne semble pas qu'on ait dû vaincre des difficultés bien considérables.

L'emploi exclusif du grisou naturel étant décidé en prin-

cipe, une commission spéciale fut instituée, sur la proposition de M. Harzé, alors Directeur général des mines, pour rechercher un emplacement convenable à l'établissement d'un appareil d'essai pour les lampes de sûreté (1).

Au cours des discussions qui eurent lieu au sein de cette commission, un des membres de celle-ci, M. V. Firket, proposa de soutirer le grisou de trous de sonde et de l'emmagasiner, comprimé à 10 atmosphères, dans des réservoirs de capacité limitée, soit de 400 décimètres cubes, que l'on amènerait à la surface à l'endroit voulu ; de cette façon, l'on pourrait établir la station d'expériences en n'importe quel point du pays, tout en étant à même de l'alimenter de grisou naturel.

En ce qui concerne l'appareil d'essais pour les lampes, le même membre avait proposé une disposition dont nous croyons intéressant de donner le principe, tel que l'a exposé M. Firket devant la Commission :

« Ce dispositif très simple, écrit M. Firket, réduit l'appareil d'essai à un seul organe, un injecteur dans lequel un jet de gaz inflammable sous pression (grisou ou gaz d'éclairage) produit le mélange explosif désiré et lui donne la vitesse voulue ; suivant la position de l'appareil, le courant ainsi obtenu sera horizontal, incliné ou vertical et viendra frapper la lampe suspendue dans son pavillon en face d'une fenêtre garnie de mica, comme dans l'appareil utilisé par la Commission française du grisou et décrit, en 1892, dans le tome I^{er}, 3^{me} série, des *Annales des Mines*.

» Non seulement il possède l'avantage d'une grande simplicité et d'une grande compacité, mais il supprime les nombreuses causes d'erreurs dans l'appréciation de la vitesse et de la composition du courant qui existent dans

(1) Cette Commission était composée de M. DEJARDIN, ingénieur en chef, directeur des mines, de M. STASSART, ingénieur principal, et de M. V. FIRKET, ingénieur.

l'ancien procédé, basé sur l'emploi d'une caisse assez longue où l'appel d'air est produit à une extrémité par un éjecteur et où l'on introduit par l'autre extrémité du gaz dépourvu de pression qui ne se mélange que très imparfaitement à l'air. »

Tandis que dans l'appareil installé à Tilleur, en 1892, les irrégularités constatées dans la richesse en gaz du mélange pouvaient atteindre 100 p. c. de la teneur calculée, par quelques essais préalables, M. Firket a pu établir qu'en alimentant l'injecteur par du gaz sous pression, celui-ci se détend de façon à former un mélange d'une homogénéité suffisante.

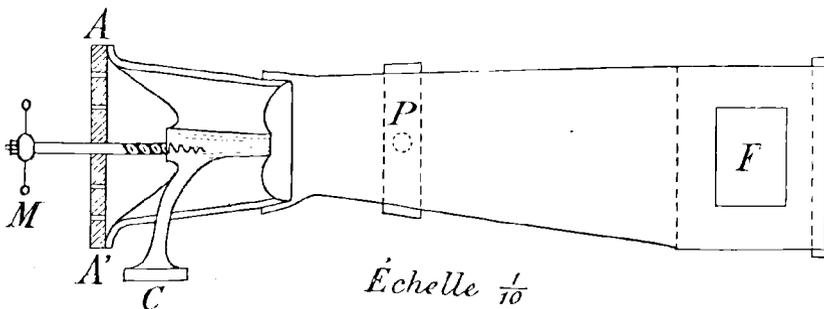


Fig. 1.

A, A' couvercle en bois perforé d'ouvertures pour le réglage de l'admission de l'air.
C, collet sur lequel s'ajustera la conduite flexible de gaz sous pression.

M, manette de la vis de réglage du Koerting.
P, pivot de l'appareil.
F, fenêtre en mica.

« L'appareil d'essais aurait, par exemple, continue M. Firket, la disposition et les dimensions du croquis ci-dessus (fig. 1).

» Il reposerait, par deux tourillons, sur un support métallique et pourrait ainsi prendre toutes les positions.

» La lampe à étudier serait placée en face d'une fenêtre en mica, dans son embouchure d'un diamètre de 0^m25. Un disque percé de trous fermerait son autre extrémité et l'on pourrait ainsi agir sur l'entrée de l'air aspiré par le jet de gaz comprimé, réglé lui-même par

bonnages belges, celui-ci, fort obligeamment, mit à la disposition du Gouvernement, une partie de la cour du siège n° 3 de l'Agrappe, ainsi que ce puits lui-même, en tant que source de grisou.

Il fut constaté par M. Stassart, qu'à la tête d'un « touret » *T* (voir fig. 2), aboutissant à des travaux assez étendus pratiqués précédemment dans les couches *Chauffournoise* et *Cinq-Paumes*, on pouvait capter un courant de grisou à la teneur de 75 à 85 p. c. de méthane et d'un débit de plus de 400 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Les travaux nécessaires pour cette captation n'occasionnant pas d'entrave à la continuation régulière de ce siège, la question de la source de grisou fut résolue et, bientôt après, celle de l'établissement d'un siège d'expériences pour l'essai des lampes de sûreté.

Pendant que les études sur cette question se poursuivaient, M. E. De Jaer, devenu Directeur général des mines, convaincu comme nous de l'importance de l'essai des explosifs, sollicita et obtint du Gouvernement les fonds nécessaires pour l'installation d'un siège complet d'expériences, tant pour les lampes de sûreté que pour les explosifs et éventuellement pour l'étude d'autres questions intéressant la question du grisou et des poussières de charbon.

M. Stassart ayant été attaché au *Service des accidents miniers et du grisou*, fit, sur les indications du Directeur de ce Service, l'étude définitive de l'installation qui vient d'être menée à bonne fin et dont il donne plus loin la description détaillée.

L'Administration et la Direction de la Compagnie de Charbonnages belges, non contentes d'avoir gracieusement fourni le terrain, certains de leurs bâtiments, qui ont pu être appropriés au but à atteindre, leur puits n° 3, pour l'obtention du grisou, et leurs chaudières, pour la produc-

Ce fourneau reçoit les charges d'explosifs qui doivent détoner au sein d'une atmosphère inflammable.

Cette atmosphère est formée dans une capacité de 10 mètres cubes, aménagée dans la partie de la galerie la plus voisine du mortier et isolée du reste de la galerie par une feuille de papier tendue sur toute la section.

Des soupapes de sûreté et des regards vitrés, permettant de voir du local d'observation ce qui se passe à l'intérieur, sont aménagés dans les parois de la galerie.

Un autre petit bâtiment contient les machines pour l'actionnement des ventilateurs, des broyeurs, etc.

Nous ne nous étendrons pas davantage ici sur cette installation que l'on trouvera décrite complètement à la fin de la présente notice.

Ajoutons seulement que, pour le mélange du grisou avec l'air et éventuellement avec les poussières, nous avons remplacé le mélangeur à ailettes ou à palettes, souvent en usage, par un ventilateur établi en dehors de la galerie (voir fig. 6) et qui, mis en communication par de larges tuyaux avec les deux extrémités de la chambre d'explosion, produit une circulation rapide du gaz contenu dans celle-ci et assure un mélange, croyons-nous, plus intime et plus homogène que ne le fait l'appareil à ailettes. La galerie d'expériences de Woolwich (Londres), est également munie d'un ventilateur extérieur (1).

L'installation pour l'essai des lampes est d'une toute autre nature et occupe un espace bien plus restreint.

Il est inutile, en effet, pour s'assurer si une lampe peut être impunément plongée au sein d'une atmosphère explosive, de l'introduire dans une galerie de grandes dimensions. Il suffit qu'on puisse la plonger dans le milieu inflammable à tous les états de repos et de mouvement que l'on rencontre dans une mine.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. II, 4^e liv.

travaux de M. Heise, nous nous sommes exprimés comme suit :

« Il y aurait, au point de vue spéculatif, le plus grand intérêt à poursuivre les études expérimentales. Les points qui demandent surtout à être plus intimement connus sont l'importance de la vitesse de l'explosion et celle de la pression initiale du gaz. Les effets de ces deux éléments sont confondus dans l'essai au bloc de plomb par lequel M. Heise détermine le pouvoir brisant, mais leur détermination isolément contribuerait vraisemblablement à jeter de nouvelles lumières sur cette discussion.

» Sans doute, nous entrons ici dans le domaine de recherches très délicates, mais les sciences physiques mettent chaque jour à notre disposition de nouveaux et puissants moyens d'investigation et nous font entrevoir la possibilité d'arriver à la connaissance théorique complète des explosifs de sûreté (1). »

A l'heure actuelle des efforts très sérieux dans l'ordre d'idées que nous avons indiqué, ont été accomplis ; l'exposition de Düsseldorf, dont il n'y a plus à faire l'éloge au point de vue de l'intérêt qu'elle présentait pour les ingénieurs des mines, nous a fait connaître des appareils extrêmement intéressants exposés par la *Sprengstoff Actien Gesellschaft Carbonite*, de Schlebusch-Hambourg, et imaginés par son directeur M. Bichel, en vue de déterminer avec plus de précision les éléments ou propriétés caractéristiques des explosifs.

L'intérêt spécial des objets exposés nous a engagés à faire une visite à l'usine de Schlebusch, où M. Bichel a eu l'obligeance de nous développer ses idées et de nous initier au fonctionnement de ses appareils.

(1) V. WATTEYNE et L. DENOEL, Les explosifs dans les mines de houille de Belgique (*Bulletin de l'industrie minière*, 3^{me} série, t. XIV).

Nous adressons ici tous nos remerciements à M. Bichel et à ses collaborateurs techniques de l'usine de Schlebusch.

Les procédés d'investigation qu'ils ont inaugurés se distinguent par un caractère à la fois scientifique et pratique et contribueront vraisemblablement à élucider dans une large mesure les questions complexes que soulève la technique des explosifs. C'est à ce titre que nous les signalons (1).

Dans ses expériences, M. Bichel s'est assigné pour but immédiat de rechercher les caractères distinctifs des explosifs et de vérifier les relations qui peuvent exister entre ces caractères et l'effet utile, d'une part, la sécurité dans les mélanges grisouteux, d'autre part. Les recherches ont été confinées intentionnellement dans le domaine expérimental, les théories devant nécessairement faire appel à des lois et à des hypothèses qui ne sont pas exactes aux pressions et aux températures extrêmes que développe la détonation d'un explosif. On a toujours opéré sur des quantités aussi grandes que possible, afin de rester dans des conditions comparables à celles de la pratique et de rendre les résultats plus probants.

On a déterminé la charge limite amenant l'inflammation du grisou, la force, par l'essai Trauzl au bloc de plomb, la pression initiale, la chaleur dégagée, la vitesse de détonation, la longueur et la durée de la flamme de l'explosion.

Le tableau de la page suivante et le graphique fig. 18 renseignent les valeurs moyennes d'un grand nombre d'expériences effectuées depuis huit ans, sur les explosifs fabriqués par la Société de la Carbonite.

Les charges limites susceptibles de mettre le feu au gri-

(1) Pendant l'impression du présent travail a paru le tome III de la *Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen* qui contient un mémoire de M. Bichel intitulé : *Untersuchungsmethoden für Sprengstoffen*. Nous en donnons à l'annexe II quelques extraits dans lesquels on trouvera traités d'une façon plus explicite certains points qui ne sont qu'indiqués ici.

sou ont été déterminées par des essais au mortier sans bourrage, dans la galerie de Schlebusch. Cette galerie, de section elliptique, est construite entièrement en fer et de dimensions identiques à celle de Schalke. Après divers essais, on a adopté, pour créer le mélange inflammable, de la benzine que l'on injecte dans la chambre d'explosion par un pulvérisateur à air comprimé et en quantité telle que la sensibilité du mélange soit égale à celle d'une atmosphère à 7 p. c. de grisou (600 centimètres cubes, pour une chambre d'explosion de 10 mètres cubes). On ajoute du charbon finement pulvérisé que l'on met en suspension dans l'air au moyen d'un petit ventilateur. On obtient ainsi, mieux que dans n'importe quelle autre atmosphère artificielle, des résultats constants et comparables à ceux que donne le grisou naturel.

Dans le tracé du diagramme, on a pris comme mesurant le *degré de danger*, l'inverse de la charge limite et, sauf la thundérite, les divers explosifs sont rangés dans l'ordre des ordonnées décroissantes. La poudre noire a été placée au premier rang, à cause de ses propriétés tout à fait spéciales.

EXPLOSIFS	COMPOSITION	CHALEUR dégagée par kilog.	PRESSION de 100 grammes dans une capacité 15 litres Kg. par cm ²
Poudre noire	75 Salpêtre 13 Charbon 12 Soufre	574	18.7 kg.
Dynamite-gomme	92 % Nitroglycérine 8 Coton-collodion	1.422	70.4
Dynamite I	75 % Nitroglycérine 25 % Guhr	1,170	48.2
Gelatine-dynamite	68.5 Nitroglycérine 1.5 Coton-collodion 27 Nitrate de sodium 3 Sciure de bois	1,321	55.4
Donarite	80 Nitrate ammonique 12 Trinitrotoluol 3.8 Nitroglycérine 0.2 Coton-collodion 4 Farine	836	48.7
Ammon-Carbonite I.	80.3 Nitrate ammonique 5 Salpêtre 4 Nitroglycérine 0.2 Coton-collodion 6 Charbon 4.5 Amidon	850	46.8
Ammon-carbonite	82 Nitrate ammonique 10 Salpêtre 4 Amidon 4 Cellulose-gélatinée	757	42.25
Thunderite.	92 Nitrate ammonique 4 Trinitrotoluol 4 Farine	777	38.0
Carbonite II	30 Nitroglycérine 24.5 Nitrate sodique 40.5 Farine 5.0 Bichromate potass.	602	34.1
Carbonite I	25 % Nitroglycérine 30.5 Nitrate sodique 39.5 Farine 5 Bichromate potass.	601	32.4
Carbonite pour charbon	25 Nitroglycérine 34 Salpêtre 1 Nitrate de barium 39.5 Farine 0.5 Carbon. de sodium	506	31.1
Carbonite	25 Nitroglycérine 30.5 Salpêtre 4 Nitrate de barium 40 Farine 0.5 Carbonate sodique	576	26.6

brisants, elle est d'autant plus forte que la vitesse est plus grande. C'est pourquoi il importait de rechercher un nouvel appareil permettant de mesurer directement la pression développée par l'explosif. C'est ce qu'a réalisé M. Bichel dans l'indicateur de pression exposé à Düsseldorf, et dont nous donnons une vue photographique (fig. 8) ainsi qu'une coupe schématique (fig. 9). Cet appareil, déjà signalé dans le *Dictionnaire des substances explosibles*,

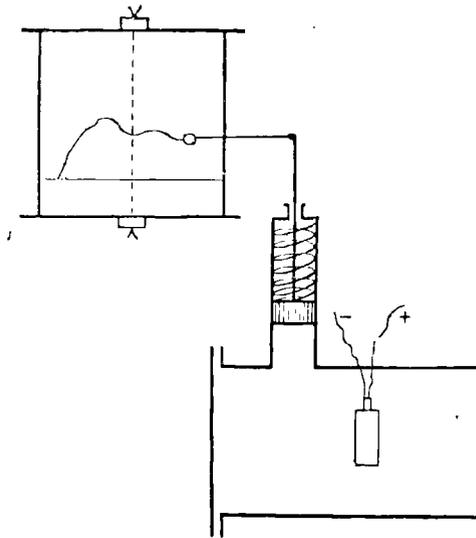


FIG. 9.

de M. Daniel, se compose d'un mortier d'acier de 0^m80 de long et de 0^m50 de diamètre, dont l'âme mesure 0^m48 × 0^m20 correspondant à une capacité de 15 litres. Ce mortier est solidement fixé par des ancrages dans un massif de maçonnerie. L'explosif muni d'un détonateur électrique est placé sur un léger support en fil de fer; les fils conducteurs passent à travers les parois du mortier. On ferme au moyen d'un fort couvercle boulonné et maintenu en outre par un solide étrier à vis. L'étanchéité est obtenue par l'intercala-

L'allure du diagramme donne immédiatement des indications sur le pouvoir brisant de l'explosif, sans qu'on puisse toutefois en déduire la mesure de la vitesse de détonation. Mais en comparant le chemin parcouru depuis l'origine jusqu'au moment où la pression maximum est atteinte et la vitesse de rotation du tambour, on peut dire dans quelle classe l'explosif expérimenté doit être rangé.

La mesure de la pression initiale est affectée d'une erreur provenant de l'influence des parois; celle-ci est fonction de la durée de l'explosion et de la proportion de vapeur d'eau contenue dans les produits de la réaction. Ainsi elle est beaucoup plus grande pour les explosifs au nitrate ammonique que pour les dynamites. Pour obtenir des résultats comparables, il faut éliminer l'influence du refroidissement. On y arrive en exécutant pour chaque explosif, une série d'expériences avec des charges constantes, dans une même capacité, mais en faisant varier la surface des parois. A cette fin, on dispose dans un cylindre de 20 litres de capacité intérieure, des disques d'acier qui réduisent à 15 litres le volume de la chambre d'explosion. Du résultat de ces expériences, on déduit par interpolation la valeur que prendrait la pression initiale s'il n'y avait pas de refroidissement. Ce sont les mesures ainsi corrigées qui sont inscrites dans le tableau et prises comme élément caractéristique de l'explosif.

En opérant sur la dynamite une série d'expériences avec des densités de chargement variant de $1/25$ à $1/150$, on a reconnu que les pressions corrigées sont très sensiblement proportionnelles aux charges; par suite, les mesures effectuées à l'indicateur pourraient servir à comparer les pressions que donneraient les différents explosifs détonant dans leur propre volume. Cette conclusion demande toutefois à être appuyée sur des expériences plus nombreuses, avec des appareils plus puissants permettant de se rapprocher davantage des densités de chargement pratiques.

Tel qu'il est construit actuellement, l'indicateur de pression donne des résultats qui permettent de comparer entre eux des explosifs d'un caractère très différent, et qui concordent très bien avec les forces relatives que la pratique a fait attribuer aux divers explosifs. Comme on le voit par le diagramme, la courbe des pressions se rapproche beaucoup de celle des effets au bloc de plomb pour les explosifs à détonation très rapide ; elle la surmonte pour les autres, ce qui rend manifeste l'influence de la vitesse de détonation.

Indépendamment de son utilité pratique pour la mesure de l'effet utile d'un explosif, l'indicateur Bichel se prête à des recherches scientifiques diverses. Après l'explosion, quand le mortier a repris la température de l'atmosphère ambiante, ce qui demande $1/2$ à $3/4$ d'heure, on peut procéder à toutes les mesures qualitatives et quantitatives des produits de l'explosion, solides, liquides ou gazeux. La pression des gaz se lit sur un indicateur spécial assez sensible, monté sur une tubulure à robinet ; connaissant en outre le volume de la chambre d'explosion et la température, on calcule le volume de ces gaz à la pression et à la température normales. On détermine leur poids spécifique au moyen d'une balance de Lux et on en déduit leur poids. On peut recueillir aussi les produits liquides et solides et les peser, et une analyse chimique fera connaître le mode de décomposition de l'explosif. A Schleich, on s'est préoccupé surtout de déterminer la proportion du poids de l'explosif transformée en gaz, car c'est de ce rapport que dépend, à densité de chargement et à énergie calorifique égales, la pression produite. C'est une donnée très intéressante au point de vue de l'étude de la composition de nouveaux explosifs.

La vitesse de détonation est un élément des plus importants, tant au point de vue de l'effet utile que de la sécu-

Reportons-nous au tableau et au diagramme (fig. 18) qui résume les résultats des essais de Schlebusch. Si l'on fait abstraction de la thundérite, les explosifs sont rangés de gauche à droite dans l'ordre du danger qu'ils présentent dans les milieux grisouteux ; extrêmement grand pour la poudre noire et les dynamites, ce danger diminue très notablement avec les explosifs au nitrate ammonique, dont les charges limites sont de 150 à 500 grammes, et il se trouve réduit à son minimum avec les carbonites, dont la charge limite est de 900 à 1,100 grammes.

En recherchant à quelles influences il faut attribuer cette grande diversité dans la manière dont se comportent les explosifs en présence du grisou, on est frappé de cette coïncidence que toutes les courbes du graphique représentant les éléments caractéristiques des explosifs brisants ont une allure décroissante de gauche à droite, et que toutes les courbes des carbonites sont à un niveau particulièrement bas. Ainsi il y aurait un rapport inverse entre la sécurité, d'une part, et, d'autre part, la chaleur dégagée, la pression initiale, la vitesse de détonation. Ces derniers éléments doivent rester en dessous d'une certaine limite incompatible avec la sécurité, et on ne peut pas dire que leurs effets se compensent.

Le parallélisme est complet entre la courbe du danger et celles de la longueur et de la durée des flammes. C'est dans cette dernière seulement que la coïncidence s'étend jusqu'à la poudre noire, et on est amené à penser que la durée de la flamme pourrait bien être pour tous les explosifs la caractéristique principale de la sûreté. Cette durée augmente pour tous les explosifs avec la grandeur de la charge, et l'on se rend compte par là de l'existence d'une charge limite dont la détonation met inévitablement le feu au grisou.

Telles sont les conclusions qui se dégagent des intéres-

des explosifs de sécurité ; ils prennent une importance capitale, si l'on admet que l'inflammation du grisou doit être attribuée au contact plus ou moins prolongé de ce gaz avec les produits de l'explosion. On est parvenu à les mesurer en fixant l'image de la flamme sur un tambour enveloppé d'un papier sensibilisé et tournant à grande vitesse. Les expériences ont lieu la nuit ; l'explosif est chargé dans un mortier dressé verticalement en avant d'une mire graduée. Les rayons lumineux sont concentrés sur un écran percé d'une fente très étroite et placé très près du tambour sensibilisé. Lorsque ce tambour est immobile, l'image a la largeur de la fente et une hauteur proportionnelle à celle de la flamme. Lorsque le tambour tourne, l'image s'étale dans le sens de la largeur et la plus grande élongation rapportée à la vitesse tangentielle du tambour permet de mesurer à $1/1000^{\text{me}}$ de seconde près, la durée du phénomène lumineux. On a pu admirer dans le compartiment de la Société de la Carbonite, à l'exposition de Düsseldorf, une collection de photographies obtenues par ce procédé, et réellement caractéristiques. L'impression des explosifs de sûreté est celle de dards effilés, légèrement obliques, formant un contraste frappant avec les panaches largement développés des dynamites. La poudre noire se place tout à fait hors cadre : la durée de la flamme d'une charge de 100 grammes serait, à l'échelle du diagramme, représentée par une ordonnée de $1^{\text{m}}54$.

Nous reproduisons dans les figures 14 à 17 quelques-unes de ces photographies.

Telles sont, en résumé, les méthodes par lesquelles la Société de la Carbonite a pu mener à bien des mesures la plupart très délicates. Quant aux résultats obtenus, nous nous bornons à consigner ici les faits les plus saillants, toutes réserves faites sur la portée qu'il convient de leur attribuer au point de vue le plus général.

rité dans les mélanges grisouteux. Elle a été déterminée au moyen du chronographe Le Boulengé, en faisant sauter une file de cartouches mises en contact immédiat sur une longueur de 35 mètres. Ces mesures ont fait reconnaître que la vitesse de détonation augmente jusqu'à un certain point avec le diamètre des cartouches. Avec la dynamite, les variations sont insensibles, lorsque ce diamètre est de 30 millimètres ou plus ; pour les explosifs au nitrate ammonique, la vitesse augmente encore lorsque le diamètre atteint 50 millimètres. Les mesures inscrites au tableau correspondent au diamètre de 30 millimètres, que l'on adopte le plus fréquemment en pratique.

Cette influence de la section des cartouches ayant induit à penser que la vitesse ne serait pas la même à l'air libre que pour l'explosif enfermé dans une paroi résistante, on a effectué quelques expériences en plaçant les cartouches dans des tubes en fer enterrés à 1 mètre de profondeur. Les résultats ne diffèrent pas de ceux des explosions à l'air libre pour les explosifs à base de nitroglycérine ; pour les explosifs au nitrate ammonique, les vitesses ont été beaucoup plus considérables dans le second cas que dans le premier ; ce sont celles imprimées en italique dans le tableau et représentées par les lignes en petits traits dans le diagramme. On remarquera que la courbe des vitesses ainsi modifiée a une allure parallèle à celle des pressions. (voir fig. 18).

La chaleur dégagée par la réaction se mesure à la bombe calorimétrique de Berthelot, qui a reçu des modifications de détail et des dimensions suffisantes pour permettre d'opérer sur des quantités assez fortes (100 grammes de dynamite). La bombe de Schleichbusch (fig. 13) a une capacité de 30 litres ; une tubulure à robinet permet de faire le vide. La quantité d'eau du calorimètre est de 70 litres ; l'agitateur est commandé mécaniquement. On déduit de la chaleur

tion de lames de plomb. Une tubulure à robinet sert à faire le vide dans la chambre d'explosion et à recueillir les gaz, si l'on veut les peser et les analyser. La pression s'exerce sur un petit piston différentiel, dont la face supérieure est chargée d'un ressort, comme dans les indicateurs de pression des machines à vapeur, et une pointe, suivant les mouvements du piston, trace un diagramme sur un tambour mis en rotation rapide. A chaque expérience, le nombre de tours est indiqué par un signal électrique; il correspond à une vitesse linéaire de 2^m50 à 3 mètres par seconde.

Une pompe à air permet d'abaisser la pression à l'intérieur de la chambre d'explosion jusqu'à 0^m020 de mercure. L'explosion est accompagnée d'un bruit à peine sensible.

On peut opérer, sans endommager l'appareil, sur des charges de 300 grammes des explosifs les plus brisants.

Les figures 10, 11 et 12 représentent trois des diagrammes obtenus avec la poudre noire, la gélatine-dynamite et la carbonite. Avec la première, la pression monte progressivement jusqu'à un maximum et baisse ensuite très lentement à mesure que les produits de l'explosion se refroidissent. Avec les explosifs brisants, la courbe s'élève au contraire très rapidement et présente au début quelques oscillations qui proviennent de l'accélération imprimée à la masse du piston et du ressort de l'indicateur. L'ordonnée maximum du diagramme dépasse celle qui correspond à la pression statique réellement atteinte. L'inertie des masses aura des effets d'autant plus sensibles que la pression initiale est plus élevée et que la détonation est plus rapide. Quand les oscillations sont amorties, la courbe est une hélice dont le pas dépend de la vitesse du refroidissement et en prolongeant jusqu'à l'ordonnée à l'origine la tangente au point le plus haut où le diagramme prend une allure régulière, on aura la pression initiale. Les écarts d'observation ne dépassent pas, en général, 2 à 3 %.

ELARGISSEMENT du bloc de plomb pour 10 grammes	VITESSE de détonation en mètres par seconde	DURÉE de la flamme de 100 grammes Millièmes de seconde.	LONGUEUR de la flamme (100 gr.) Millimètres	CHARGE LIMITE 7 % grisou- poussières Grammes	INVERSE de la charge limite
0	2 à 300	77.0	110	5	0.2
650	7,700	9.72	224	5	0.2
520	6,818	8.31	228	5	0.2
560	6,210	1.23	150	5	0.2
500	3,930 4,137	0.40	69	130	0.0077
470	1,753 3,195	0.32	56	300	0.0033
330	1,649 3,094	0.28	51	500	0.002
310	2,137 3,654	0.33	43	150	0.0066
300	2,472	0.53	48	900	0.0011
290	3,042	0.47	45	1,000	0.0010
270	2,700	0.31	41	1,100	0.0009
265	2,443	0.33	40	> 1,100	< 0.0009

L'appareil peut donc être de dimensions restreintes ; aussi n'a-t-il pour section que $0^m31 \times 0^m14$.

La lampe y est placée à volonté dans un courant horizontal, incliné ou vertical, soit montant ou descendant, et la vitesse du courant peut y atteindre 17 mètres.

Toute cette installation, y compris les appareils accessoires, la canalisation, le gazomètre, etc., est décrite en détail dans l'annexe n° I du présent travail ; la figure 7 est une photographie de l'appareil d'essais.

Nous ferons remarquer que cette description, de même que celle relative à l'installation pour l'étude des explosifs, se rapporte à l'état actuel de ces installations, qui viennent d'être terminées, et que, sans aucun doute, diverses modifications ou adjonctions y seront introduites au cours des expériences, au fur et à mesure que la pratique de celles-ci en démontrera l'utilité. Certaines d'entre elles sont sur le point d'être réalisées ; la description en est réservée pour de prochains articles.

Le champ est d'ailleurs très vaste des études qui restent à faire pour élucider toutes les questions relatives aux explosions de grison et de poussières.

La question des explosifs à elle seule exige encore, pour être élucidée, sinon complètement, du moins d'une manière satisfaisante, des études expérimentales nombreuses en vue de vérifier les idées théoriques émises, sans compter les horizons nouveaux que ne peuvent manquer d'ouvrir les résultats d'essais effectués dans un ordre d'idées déterminé.

On se rappelle quelles ont été les données nouvelles acquises à la science par les expériences de Gelsenkirchen (pour ne parler que de celles-là), si intelligemment dirigées par M. Winkaus d'abord, par M. Heise ensuite, puis par M. Faendrich.

En discutant, devant le Congrès de Paris, les importants

tion de la vapeur nécessaire, nous ont aussi donné l'aide de leur personnel, dont l'intervention intelligente et dévouée n'a pas peu contribué à l'exécution complète et rapide de ces installations. Aussi tenons-nous à associer ici au nom de M. I. Isaac, Directeur-gérant, celui de M. Abrassart, Ingénieur en chef de la Compagnie, dont la collaboration nous a été tout particulièrement utile et précieuse (1).

La figure 3 est le plan de la partie de la cour (*paire* ou *dommage*) du siège n° 3 (*Grand-Trait*) des charbonnages de l'Agrappe, où ces installations ont été établies.

Celle relative à l'essai des explosifs (voir fig. 4, 5, 6, 28 et 29) se compose essentiellement d'une galerie ayant les dimensions d'une galerie de mine et disposée de façon à ce que l'on puisse y faire détoner des charges d'explosifs en présence d'une atmosphère grisouteuse ou poussiéreuse. Elle est elliptique, a une hauteur de 1^m80, une largeur de 1^m40 et une longueur de 30 mètres. L'emplacement est réservé pour pouvoir lui donner une longueur beaucoup plus grande (50 et même 100 mètres) lorsqu'il s'agira d'étudier certaines questions relatives à la propagation des explosions dans les mines, par exemple celle, encore discutée par quelques ingénieurs, de la propagation des explosions de poussières.

Pour sa construction, nous nous sommes inspirés de ce qui a été fait dans le même ordre d'idées en Allemagne, notamment à Gelsenkirchen (Schalke), à Aix-la-Chapelle et ailleurs.

Cette galerie est ouverte à une extrémité et, de l'autre, elle s'encastre dans un massif de maçonnerie où est logé un mortier en acier de 0^m50 de diamètre, dont le fourneau a une profondeur de 0^m46 et un diamètre de 0^m055.

(1) Nous nous plaisons à citer aussi M. CAILLEAU, ingénieur divisionnaire, M. COLMANT, ingénieur mécanicien, M. LEMAIRE, chef d'atelier, qui a pris une part très active à l'établissement des appareils, et, MM. PASSELECQ, LAURENT, FOURNEAU et CAUDRON.

une aiguille à vis et amené au moyen d'un tube flexible fixé à la valve de manœuvre. Celle-ci comprenant également une vis de réglage sera précédée et suivie par deux tubulures à robinets recevant l'une un manomètre à mercure gradué en centièmes de 0 à 1 atmosphère, l'autre un manomètre métallique gradué en vingtièmes de 0 à 10 atmosphères. Elle sera indépendante des réservoirs contenant le grisou ou le gaz d'éclairage sous pression.

» Si l'on fait usage de réservoirs portatifs dans lesquels on recueillera le grisou soutiré au moyen d'une pompe, d'un simple trou de sonde, l'on devra limiter à 400 litres la capacité de ces réservoirs qui à 10 atmosphères contiendraient 4 mètres cubes de grisou. L'on pourrait même en utiliser de plus petits en en accouplant plusieurs lors des expériences nécessitant un grand débit.

» D'autre part, en faisant usage de gaz d'éclairage pour tous les essais préliminaires qui prennent le plus de temps et entraînent la plus grande consommation, on pourra réduire à quelques mètres cubes la consommation de grisou de chaque séance d'essai.

» Pour le remplissage des réservoirs, l'on ne peut guère songer à utiliser des pompes à main ; mais l'on pourra employer de très petites pompes à air comprimé et l'on trouve celui-ci dans la plupart de nos mines, à l'intérieur même des travaux d'exploitation.

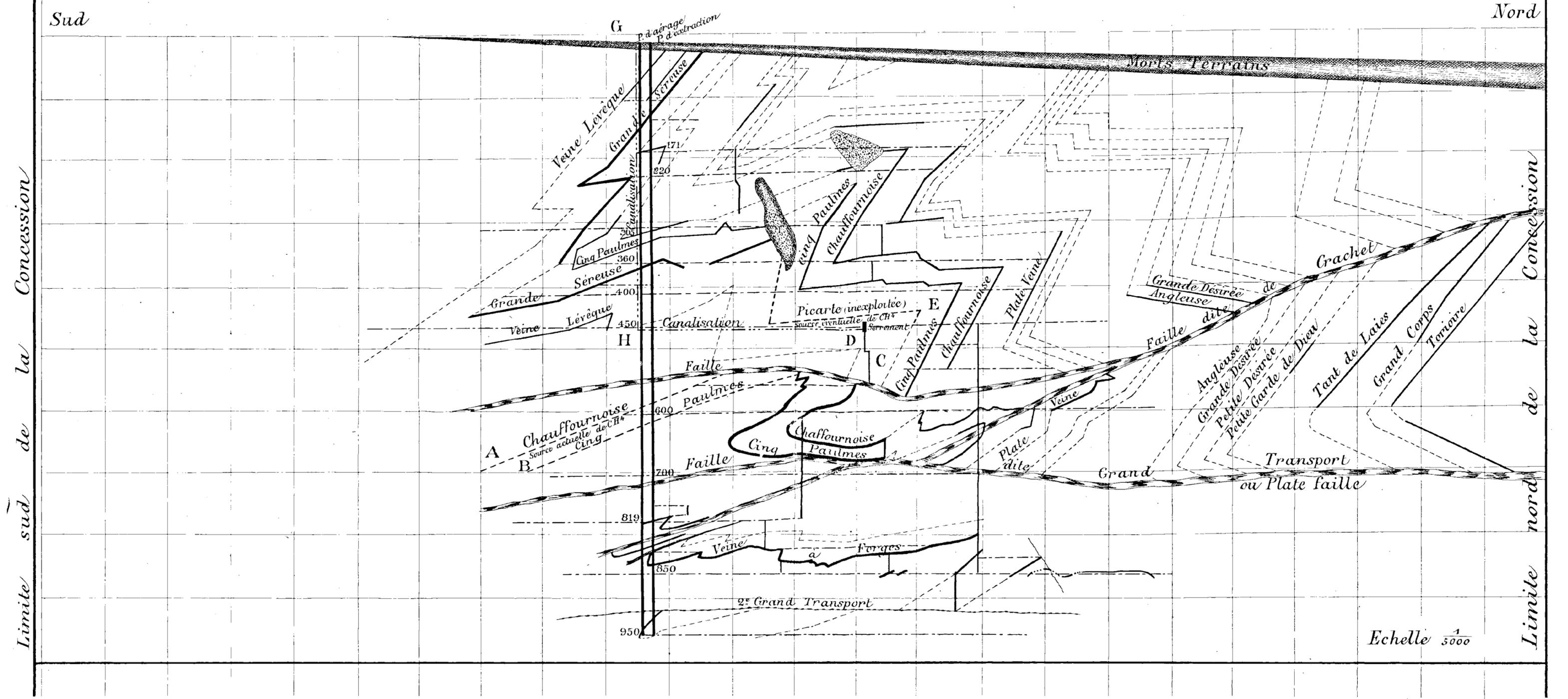
» Si après un essai, le transport dans de petits réservoirs du grisou donné par des trous de sonde, était démontré impossible, ou peu pratique, l'on réaliserait un captage avec travaux de traçage en veine et canalisation arrivant au laboratoire ; mais, de toute façon, l'on remplacerait le gazomètre de 100 mètres cubes par un réservoir de 10 mètres cubes timbré à 10 atmosphères (ou 20 mètres cubes à 5 atmosphères), alimenté par une pompe aspirant sur la conduite de grisou.

» Entre cette conduite et la pompe, un épurateur à la chaux serait intercalé en vue d'absorber l'anhydride carbonique contenu dans le gaz.

» Quel que soit le système adopté pour amener ce gaz au laboratoire, qu'il y arrive comprimé dans de petits réservoirs portatifs, ou bien par une canalisation fixe, l'emploi de l'appareil d'essai ci-dessus décrit sera possible et semble devoir donner des résultats satisfaisants. »

Mais la Commission étant entrée en pourparlers avec M. I. Isaac, Directeur gérant de la *Compagnie de Char-*

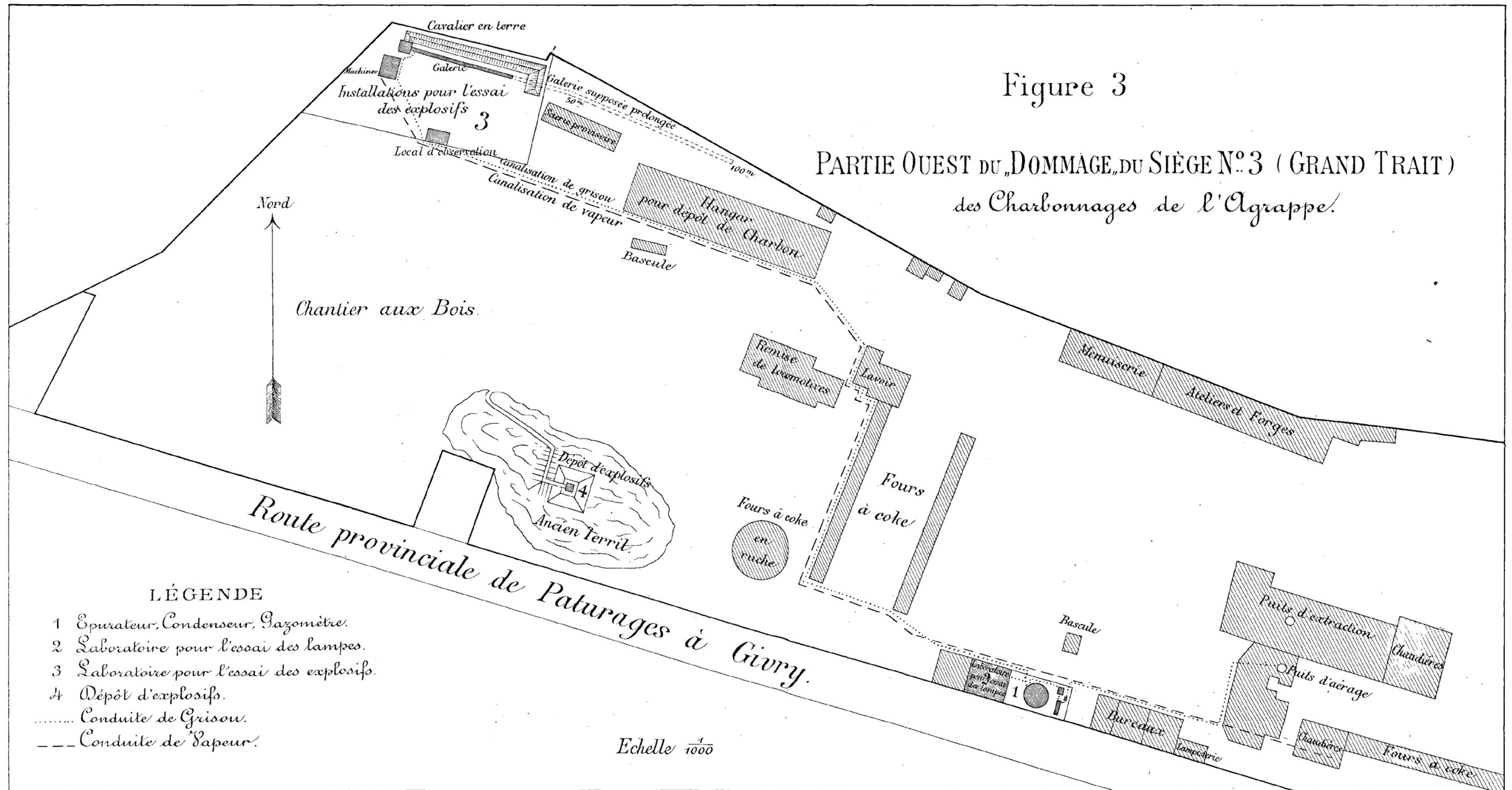
Figure 2
 COUPE NORD-SUD PAR LE PUIS D'EXTRACTION
 du Siège N° III des Charbonnages réunis de l'Agrappe.



Echelle $\frac{1}{5000}$

Figure 3

PARTIE OUEST DU „DOMMAGE„ DU SIÈGE N° 3 (GRAND TRAIT)
des Charbonnages de l'Agrappe.



LÉGENDE

- 1 Epurateur, Condenseur, Gazomètre.
- 2 Laboratoire pour l'essai des lampes.
- 3 Laboratoire pour l'essai des explosifs.
- 4 Dépôt d'explosifs.
- Conduite de Grisou.
- Conduite de Vapeur.

Echelle 1/1000

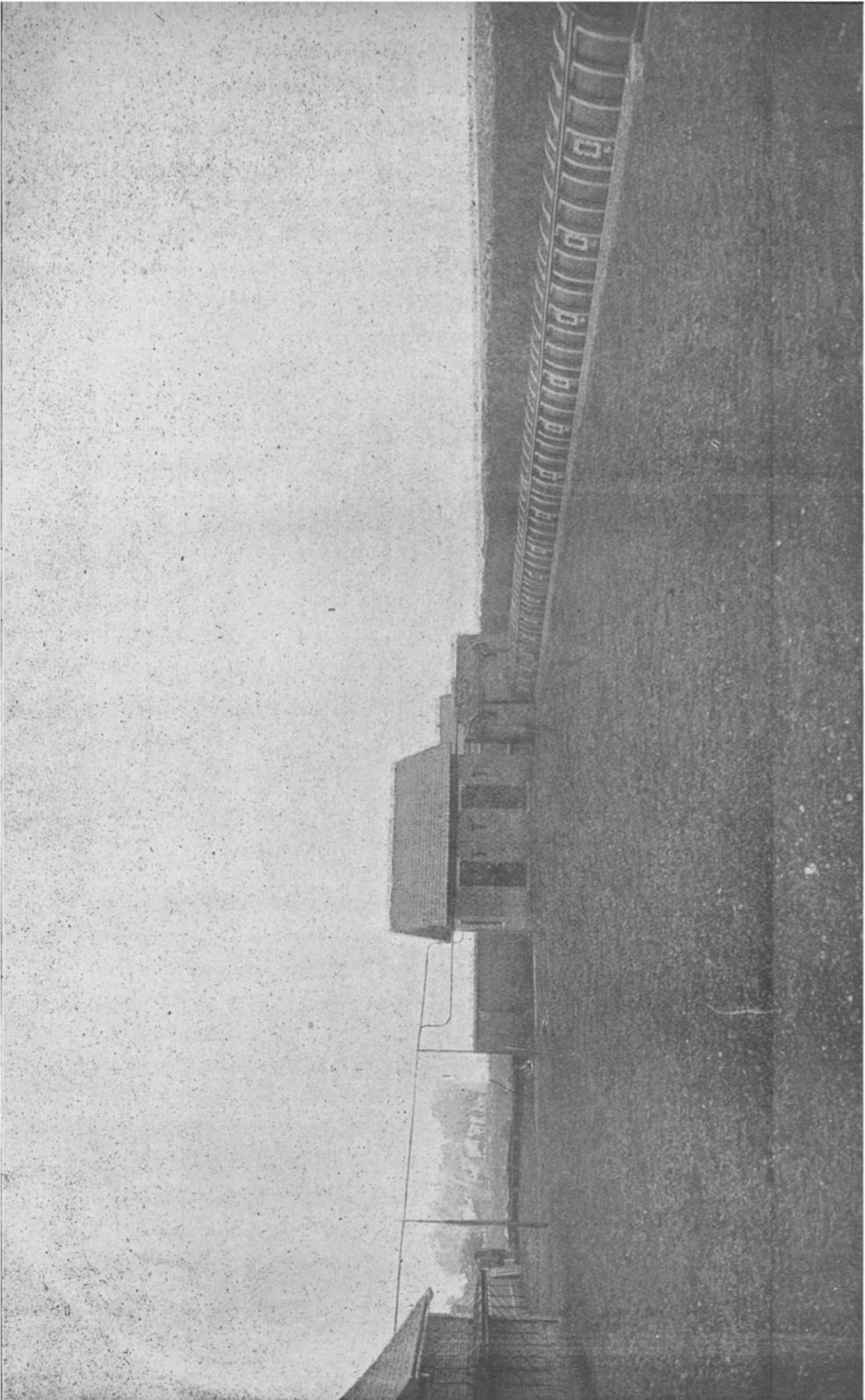


FIG. 4. — *Vue de la galerie d'essai des explosifs.*

GALLARD, phot.
Nougé.

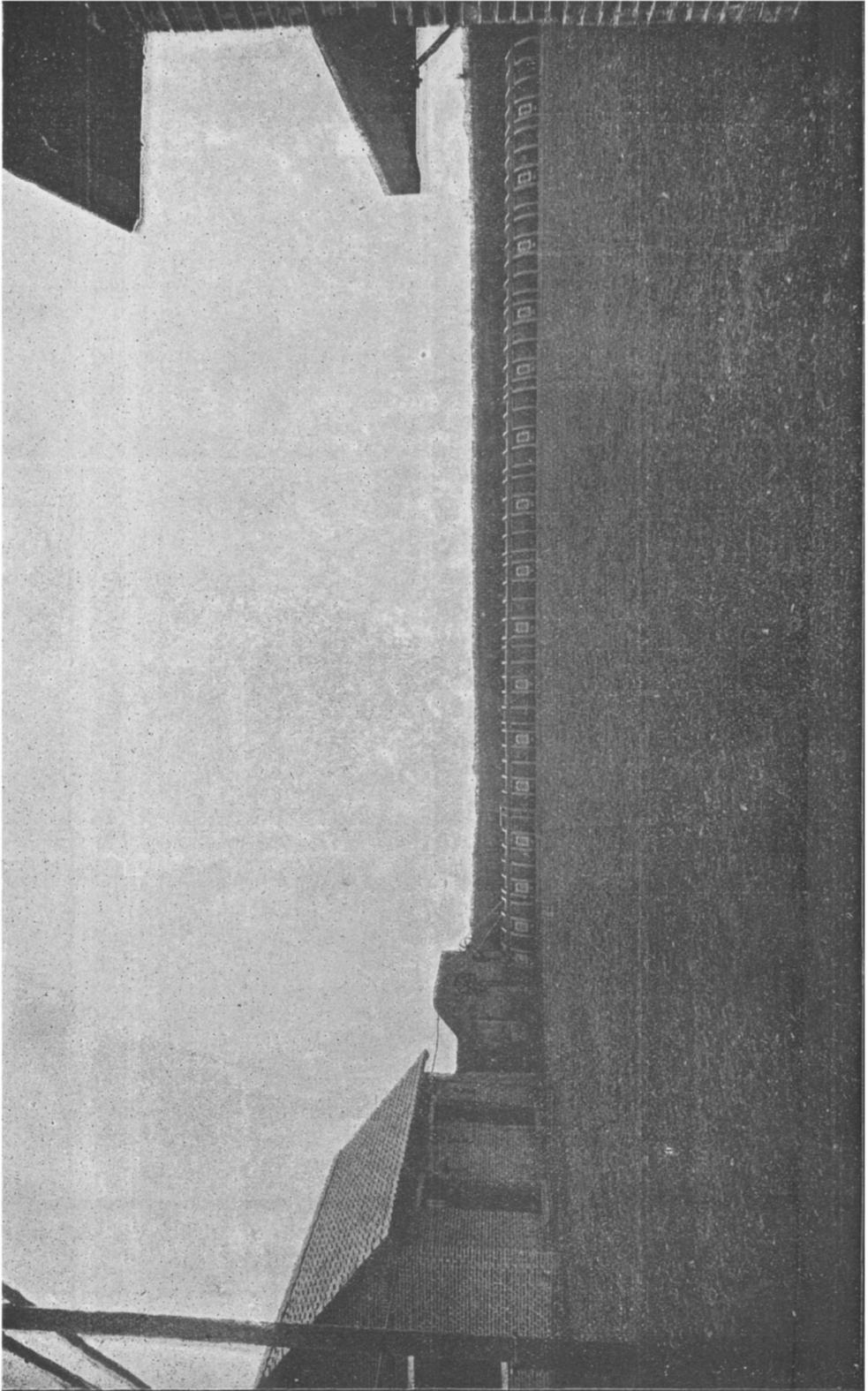


FIG. 5. — *Vue de la galerie d'essai des explosifs.*

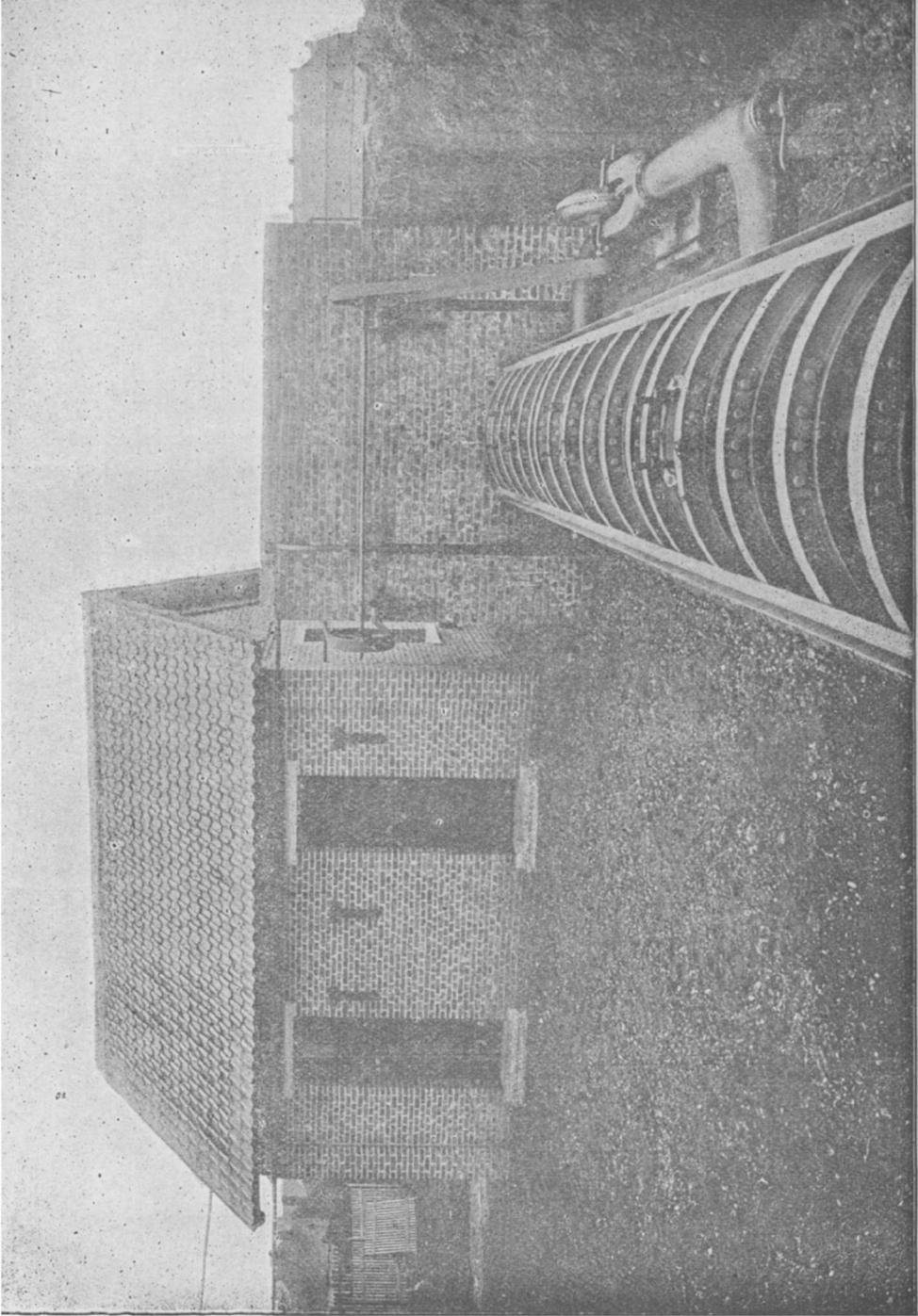


FIG. 6. — *Vue de la galerie d'essai des explosifs et du ventilateur mélangeur.*

GALLADÉ, phot.,
Mons.

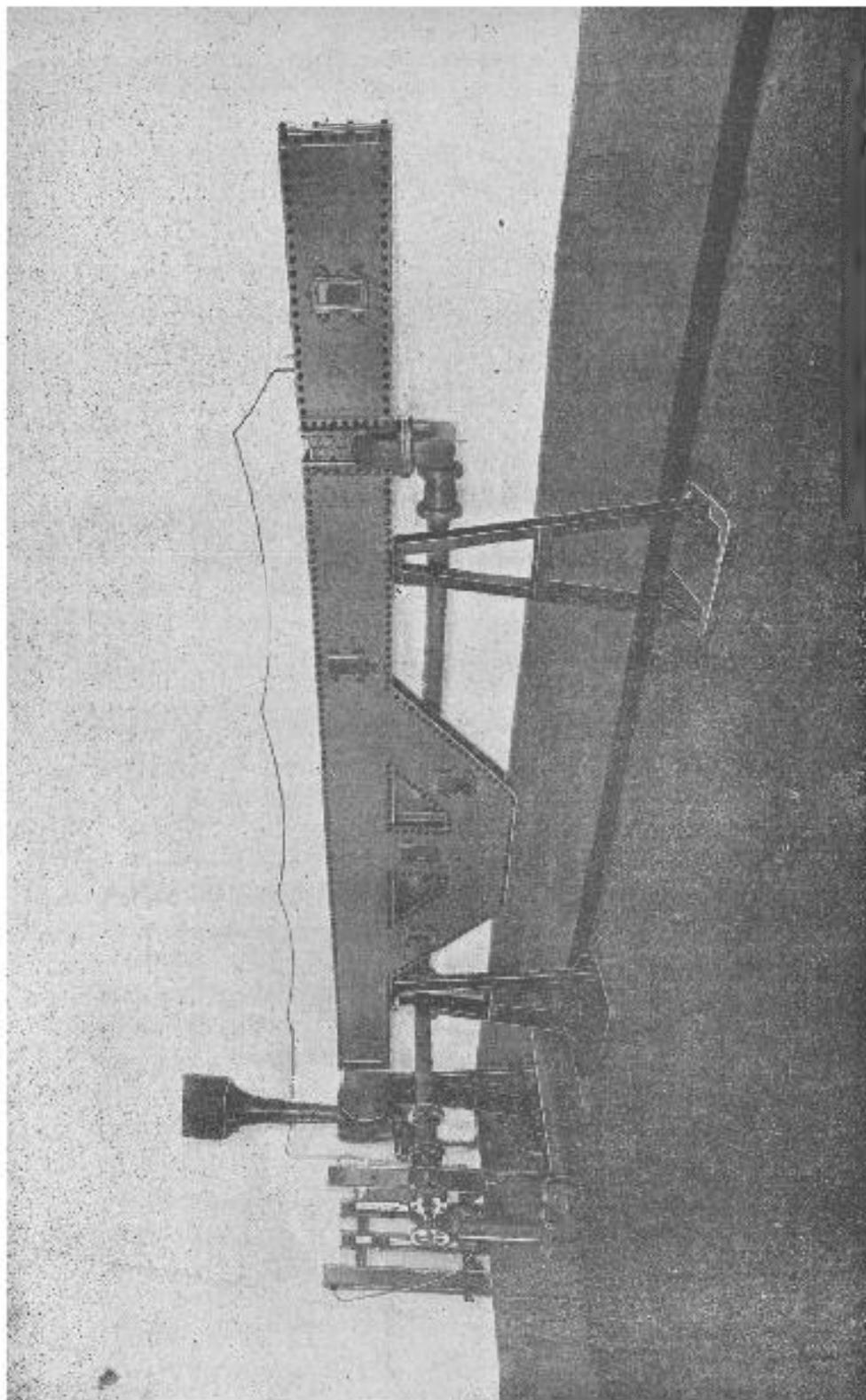


FIG. 7. — Appareil pour l'essai des lampes de sûreté.

GALEZIG, phot.
Klons.

Les essais de force ont été effectués avec des blocs de plomb de 0^m20 de hauteur et d'un diamètre égal, la cavité destinée à recevoir l'explosif ayant 0^m12 de profondeur et 0^m02 de diamètre. On expérimente des charges de 10 grammes, recouvertes d'un bourrage de sable et d'argile humide

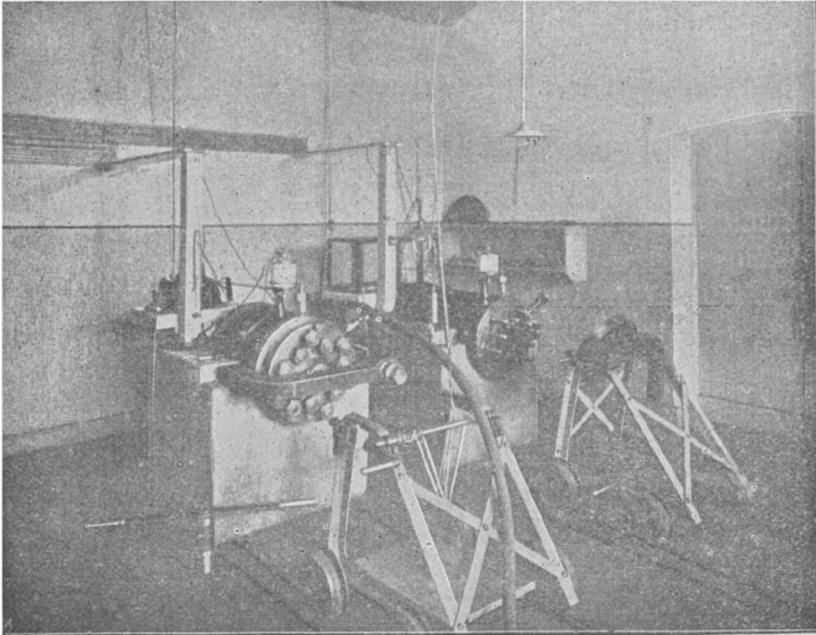


FIG 8. — *Indicateur de pression de M. Bichel.*

et le tout est maintenu par un étrier en fer, serré par des coins.

Mais ce procédé ne se recommande que par sa simplicité; il ne permet de comparer entre eux que des explosifs ayant sensiblement le même pouvoir brisant. La déformation du métal ne dépend pas moins de la pression exercée que de la vitesse de détonation; elle est pour ainsi dire nulle avec les explosifs déflagrants, et pour les explosifs

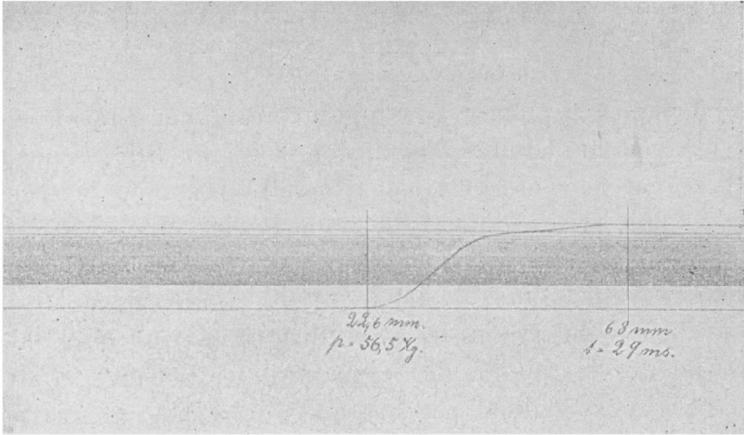


FIG. 10 (300 grammes de poudre noire).

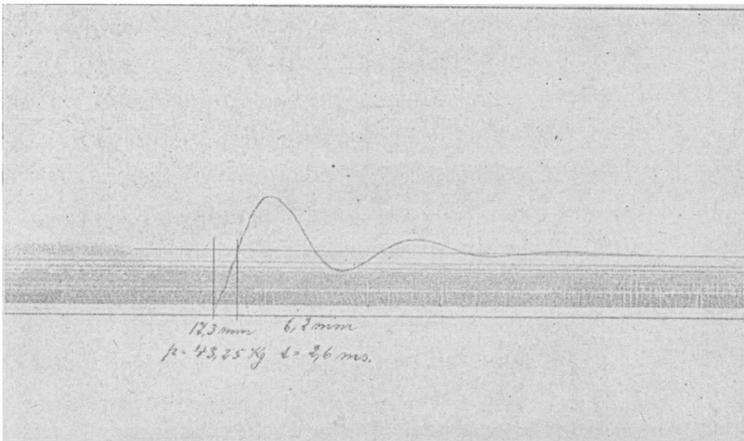


FIG. 11 (100 grammes de gélatine-dynamite).

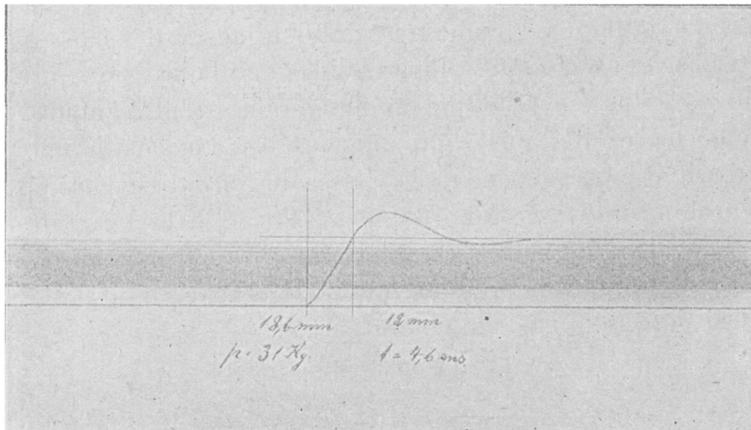


FIG. 12 (100 grammes de carbonite).

mesurée directement les calories provenant des phénomènes postérieurs à l'explosion, c'est-à-dire de la condensation de l'eau et de la transformation en bicarbonates des

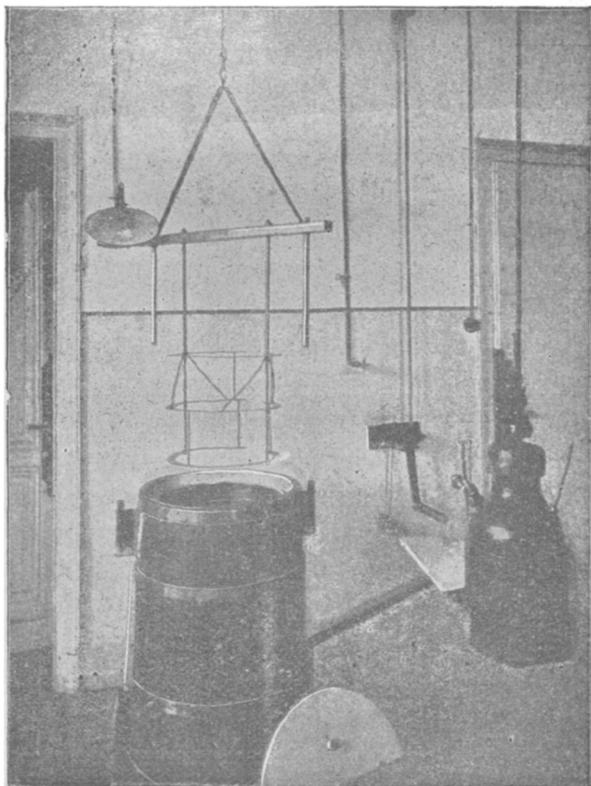


FIG. 13. — *Calorimètre de M. Bichel.*

carbonates alcalins. Une analyse chimique est indispensable pour déterminer les éléments de ces corrections.

La durée et la longueur des flammes produites par l'explosion sont des éléments des plus instructifs pour l'étude

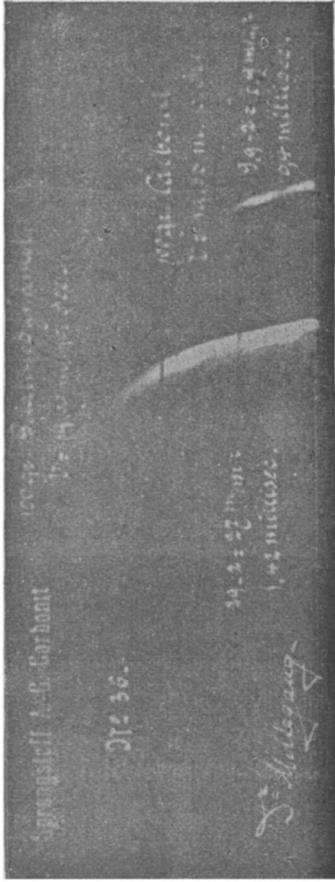


FIG. 14.



FIG. 15

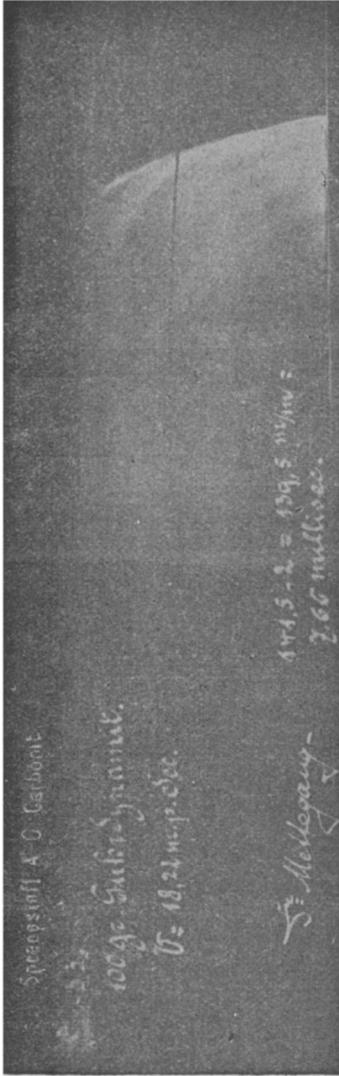


FIG. 16.

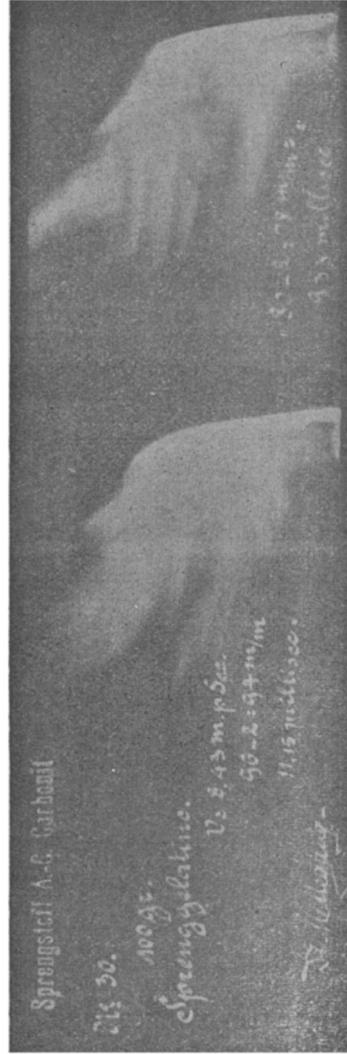
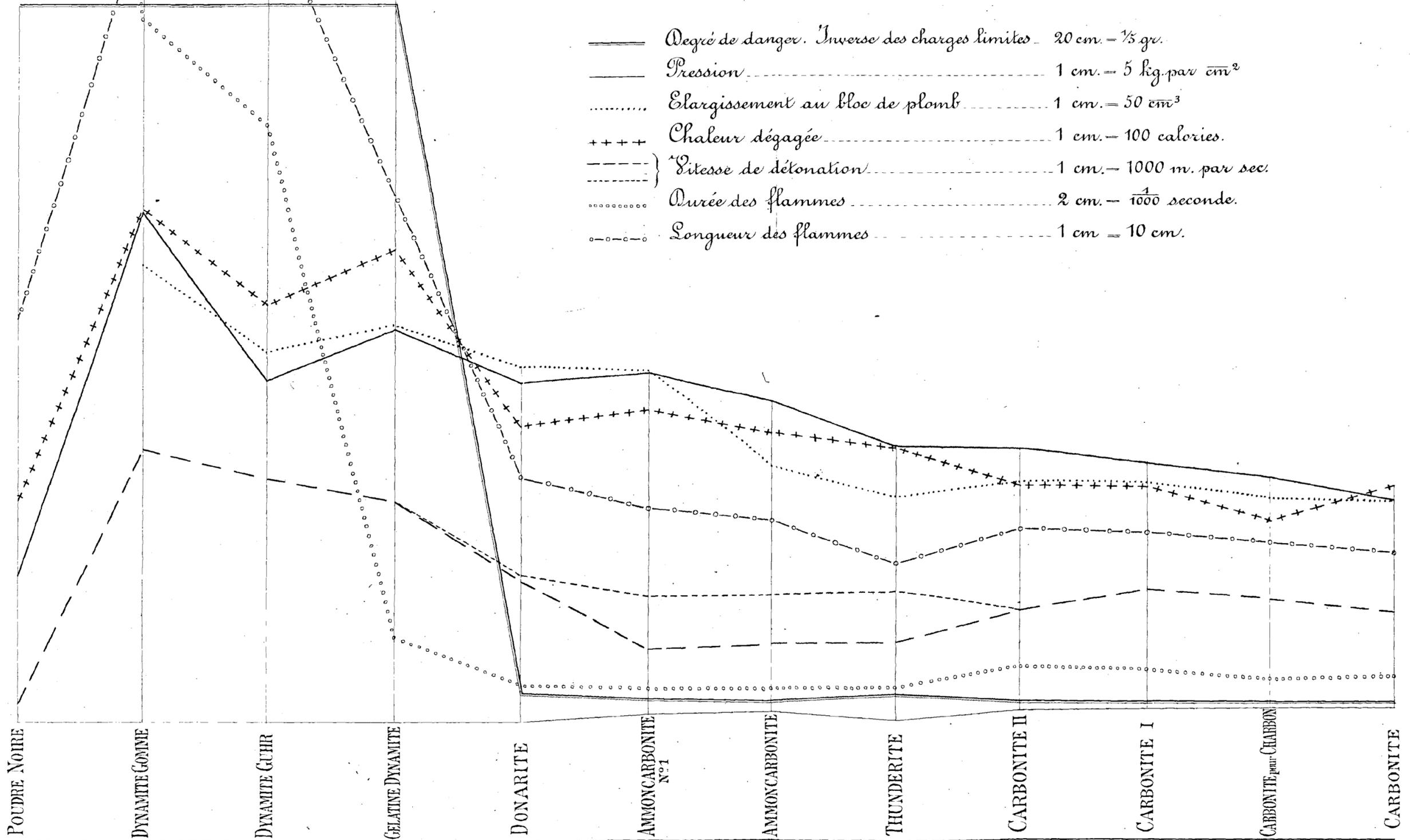


FIG. 17.

Figure 18

ÉCHELLE.

- Degré de danger. Inverse des charges limites 20 cm. = 1/5 gr.
- Pression 1 cm. = 5 kg. par cm^2
- Elargissement au bloc de plomb 1 cm. = 50 cm^3
- +++++ Chaleur dégagée 1 cm. = 100 calories.
- } Vitesse de détonation 1 cm. = 1000 m. par sec.
- } Durée des flammes 2 cm. = 1/1000 seconde.
- o-o-o- Longueur des flammes 1 cm. = 10 cm.



santes expériences de Schlebusch, envisagées dans leurs grandes lignes.

Remarquons cependant que toutes les courbes du diagramme présentent un point singulier pour la *thundérite*, et il en serait ainsi quel que soit le classement adopté pour cet explosif. Sa puissance est à peine supérieure à celle des carbonites, dont il se rapproche en outre par la longueur et la durée des flammes, et cependant sa charge limite n'est que de 150 grammes.

Quatre spécimens seulement des explosifs au nitrate ammonique ont été étudiés ; c'est relativement peu en comparaison du grand nombre d'explosifs de ce genre entrés dans la pratique courante. Des expériences plus nombreuses, faites sur des substances de composition différant suivant une échelle convenablement choisie, présenteraient un intérêt incontestable. Nous sommes persuadés qu'elles apporteraient de précieux enseignements pour la découverte des lois qui régissent les phénomènes complexes de la détonation et leur relation avec la sécurité du minage dans les mines à grisou.

Les théories physico-chimiques, qui ont, de leur côté, rendu de réels services dans ce domaine spécial, ne doivent pas être négligées ; elles trouveront dans les appareils et les procédés de M. Bichel ces auxiliaires précieux auxquels nous faisons appel dans le passage ci-dessus rappelé de notre rapport au Congrès de Paris. Ni la spéculation, ni l'expérience n'ont dit leur dernier mot. Une étape nouvelle vient d'être franchie dans la voie du progrès ; c'est un puissant encouragement à continuer des recherches dont l'importance est incontestable au point de vue scientifique et humanitaire.

. . .

Revenons à la statistique de l'emploi des explosifs pendant l'année 1901.

Les tableaux suivants ont été dressés dans la même forme que ceux des années précédentes, d'après les données recueillies par MM. les Ingénieurs en chef, Directeurs des divers arrondissements des mines.

L'annexe III contient des extraits des rapports de MM. les Ingénieurs en chef Directeurs, relativement aux résultats de cette statistique, dans leurs arrondissements respectifs.

Les groupements ont, comme précédemment, été effectués par puits.

Cette manière de faire n'est pas à l'abri de toute critique et c'est avec raison que M. l'Ingénieur en chef Directeur du 1^{er} arrondissement a pu formuler les observations qui sont reproduites en annexe et portant sur ce que la consommation totale d'un puits est rapportée à la catégorie la plus dangereuse, tandis que souvent la plus grande partie des travaux est pratiquée dans des couches bien moins grisouteuses.

Il arrive en effet fréquemment, comme le dit cet Ingénieur et comme nous l'avons déjà fait observer dans nos premières statistiques, qu'on exploite par un même siège des couches fort différentes de qualité et de propriétés grisouteuses. Il est, par exemple, des sièges dont les bouveaux ou travers-bancs recoupent au Midi des couches de la série grasse ou tout au moins demi-grasse, et franchement grisouteuses (2^e catégorie *B*), tandis que, plus au Nord, ils recoupent successivement des couches de plus en plus riches et à hautes teneurs en matières volatiles, jusqu'aux couches les plus élevées dans la série et absolument non grisouteuses. Comme le siège est classé dans la catégorie la plus dangereuse, un régime plus doux étant cependant

accordé pour les couches moins grisouteuses par des dispenses à tel ou tel article du règlement, le groupement de notre statistique, qui ne tient pas compte de ces dispenses, fait attribuer à des travaux réputés très grisouteux des consommations d'explosifs qui, en réalité, n'ont lieu que dans des travaux ne contenant que peu ou pas de grisou.

Nous donnerons néanmoins cette fois encore, les groupements par puits de mines. Non seulement, en effet, la comparaison avec les chiffres des années précédentes en sera facilitée, mais des modifications dans le règlement pouvant, dans l'avenir, amener un mode différent de classement des mines, ce qui entraînerait nécessairement de nouveaux changements dans la façon de grouper les résultats de la statistique, il paraît prématuré de modifier dès à présent les groupements qu'on peut être amené à modifier encore dans une prochaine statistique.

En outre, l'inconvénient signalé n'a pas encore une grande gravité à l'heure actuelle, la situation sous ce rapport, différant peu de ce qu'elle est depuis fort longtemps.

Mais il faut reconnaître que, dans l'avenir, pour le Couchant de Mons surtout, cette cause d'erreur peut s'accroître au point de fausser complètement les indications de notre statistique.

On se rappelle le triste accident survenu, le 29 janvier de cette année, au puits n° 5 du Couchant de Flénu : Un puits, en enfoncement dans une région extrêmement peu grisouteuse, a pénétré, d'une façon imprévue et par suite de l'existence d'une perturbation géologique importante, dans une zone où les couches sont sujettes aux dégagements instantanés du grisou. La première couche recoupée dans cette nouvelle région a précisément donné lieu à un de ces phénomènes et les trois ouvriers qui travaillaient sans défiance dans ce puits furent ensevelis et asphyxiés sous les charbons projetés avec les gaz dégagés.

A la suite de cet accident, ce puits a été classé dans la 3^e catégorie des mines à grisou, bien que de beaucoup la plus grande partie des travaux du siège se pratiquent dans des couches extrêmement peu grisouteuses (1).

Il en a été et il pourra encore en être de même pour d'autres sièges où la même perturbation géologique ou faille a été rencontrée ou le sera sous peu, et dans ces conditions la statistique des mines de troisième catégorie accusera une augmentation purement fictive de la consommation d'explosifs et de la densité du minage.

Il est donc manifeste que de nouveaux groupements s'imposeront dans l'avenir, tout au moins pour ces mines. Mais il n'en est pas ainsi pour la statistique de 1901.

Nous donnons ci-dessous, dans la même forme que précédemment, les tableaux récapitulatifs et comparatifs.

Nous n'y annexerons plus, comme nous l'avons toujours fait jusqu'ici, la liste des mines par catégories. Cette annexe a cessé de présenter de l'utilité par suite de la publication chaque année, dans la 2^{me} livraison des *Annales des mines de Belgique*, d'un tableau des charbonnages groupés par bassins et par arrondissements, et dans lequel on a ajouté, depuis cette année, une colonne indiquant le classement de chaque mine.

(1) Voici un extrait de la circulaire ministérielle adressée à ce propos, le 15 février 1902, à MM. les Chefs de service du corps des mines :

«
» Toute couche dans laquelle s'est produit un dégagement instantané de
» grisou, même non accompagné d'accident de personne, doit être soumise aux
» mesures de précaution prescrites pour les couches de l'espèce. Cette obligation,
» qui peut se rapporter à tout un faisceau de veines de même nature, aussi bien
» qu'à une seule, entraînera le classement du siège entier dans la 3^e catégorie des
» mines à grisou ; toutefois, le régime légal des autres couches sera maintenu au
» moyen de dispenses qui pourront être introduites dans l'arrêté même de
» classement. »

TABEAU D

GROUPES DE MINES OU RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIF			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7

MINES NOIR

Couchant de Mons	5	364,400	9,900 (2) 27	1,369 4	1,515 4	12,784 36
Centre	18	1,366,780	45,401 33	5,178 4	» »	50,579 37
Charleroi	14	1,179,900	42,930 36	6,468 5	» »	49,398 41
Namur	8	21,280	1,300 61	» »	» »	1,300 61
Liège	7	119,450	6,785 57	2,137 18	580 5	9,502 80
LE ROYAUME	52	3,051,810	106,316 35	15,152 5	2,095 1	123,563 41

MINES A GRISOU DE L

Couchant de Mons	9	953,380	5,554 6	9,827 10	3,223 3	18,604 19
Centre	17	1,620,260	44,244 27	4,692 3	1,436 1	50,372 33
Charleroi	24	2,174,800	14,205 7	37,719 17	27,701 13	79,625 35
Namur	7	583,700	3,960 7	16,650 28	3,995 7	24,605 43
Liège	19	1,420,120	43,065 30	16,582 12	8,011 5	67,658 47
LE ROYAUME	76	6,752,260	111,028 16	85,470 13	44,366 7	240,864 36

(1) Les chiffres de cette colonne sont obtenus en multipliant les nombres représentant les quantités d'explosif extrait (colonne 7) par ceux représentant en mètres les ouvertures moyennes des couches exploitées.
 (2) Les nombres en petits chiffres placés dans les diverses colonnes, au-dessus et à gauche de ceux de la colonne 3, sont les quantités d'explosif par tonne de charbon extrait.

ÉCAPITULATION

CONSOMMÉS PAR 1,000 T* DE CHARBON EXTRAIT						COUCHES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
R						EXPLOITÉES		
TRAVAUX réparatoires et de 1er établissement — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	16
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
8	9	10	11	12	13	14	15	16

GRISOUTEUSES

7,329	762	15,517	1,634	3,724	20,875				
20	2	43	4	10	57	20	0.71	25	
6,379	18 947	78,620	7,175	110	85,905	63	69	0.92	33
12	14	58	5	»	»	»	»	»	»
21,816	56,740	116,141	11,713	100	127,954	108	45	0.83	34
19	48	98	10	»	»	»	»	»	»
170	100	1,400	170	»	1,570	74	7	0.86	52
8	5	66	8	»	»	»	»	»	»
7,061	1,649	12,024	5,602	586	18,212	152	21	0.57	46
58	14	100	47	5	152	21	0.57	46	
2,755	78,198	223,702	26,294	4,520	254,516	84	162	0.85	34
17	26	73	9	2	84	162	0.85	34	

CATÉGORIE (peu grisouteuses)

2,432	2,872	9,707	18,007	6,194	33,908				
13	3	10	19	6	35	53	0.81	15	
3,504	107	60,056	7,360	2,567	69,983	43	94	0.76	23
12	»	37	5	1	»	»	»	»	»
3,819	43,869	38,124	73,391	55,798	167,313	77	96	0.96	35
20	20	18	33	26	»	»	»	»	»
2,735	635	4,825	26,345	5,805	36,975	63	16	0.98	41
20	1	8	45	10	»	»	»	»	»
4,467	9,650	72,165	20,411	9,199	101,775	71	87	0.76	36
17	7	51	14	6	71	87	0.76	36	
1,957	57,133	184,877	145,514	79,563	409,954	60	346	0.84	30
16	8	27	21	12	60	346	0.84	30	

* Nos d'explosifs de toute espèce consommés pour le coupage des voies par 1,000 tonnes de charbon (comme 15).

Les nombres principaux représentent les quantités totales d'explosifs consommés.

TABLEAU D)

GROUPES DE MINES OU RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIF			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7

MINES A GRISOU DE LA 2^{me} CATÉGORIE.

Couchant de Mons	15	923,620	1,114	1	9,164	10	11,890	13	22,158
Centre	3	173,900	»	»	4,033	23	»	»	4,033
Charleroi	41	2,764,000	»	»	52,903	19	27,726	10	80,629
Namur.	1	131,900	»	»	3,840	29	25	»	3,865
Liège	26	2,605,750	9,525	4	26,832	10	26,234	10	62,591
LE ROYAUME	81	6,599,170	10,639	2	96,772	14	65,875	10	173,286

MINES A GRISOU de la 2^{me} catégorie.

Couchant de Mons	14	941,210	»	»	12	»	8,538	9	8,550
Centre	4	374,990	»	»	3,898	10	775	2	4,673
Charleroi	30	955,100	»	»	142	»	3,663	4	3,805
Namur.	1	8,900	»	»	»	»	25	3	25
Liège	19	1,638,810	»	»	5,892	4	4,336	2	10,228
LE ROYAUME	68	3,919,010	»	»	9,944	2	17,337	5	27,281

MINES A GRISOU de la 3^{me}

Couchant de Mons	21	1,131,450	»	»	»	»	5,725	5	5,725
Charleroi	4	759,800	»	»	»	»	»	»	»
LE ROYAUME	25	1,891,250	»	»	»	»	5,725	3	5,725

RÉCAPITULATION

CONSOMMÉS PAR 1,000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT UR						COUCHES EXPLOITÉES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
TRAVAUX préparatoires et de 1 ^{er} établissement — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
8	9	10	11	12	13	14	15	16

Couches de la classe A (moyennement grisouteuses)

13,997	456	5,825	16,426	14,370	36,621				
15	»	»	6	18	15	39	75	0,65	16
4,495	»	»	»	8,528	»	8,528	49	11	1,07
26	»	»	»	49	»	49	11	1,07	25
48,386	7,175	2,606	81,012	49,572	136,190	49	156	0,83	24
18	2	1	30	18	6,090	46	3	1,09	32
2,225	»	»	»	46	»	46	3	1,09	32
17	»	»	»	46	»	46	3	1,09	32
48,565	»	24,886	45,458	40,812	111,156	43	127	0,82	19
19	»	9	18	16	43	127	0,82	19	
117,668	7,631	33,317	160,489	104,779	298,585	45	372	0,81	21
18	1	5	24	16	45	372	0,81	21	

Couches de la classe B (fort grisouteuses).

8,502	»	»	1,885	15,167	17,052				
9	»	»	»	2	16	18	66	0,80	7
7,023	»	»	10,921	775	11,696	31	9	1,14	14
19	»	»	»	29	2	31	9	1,14	14
2,968	»	»	1,936	4,837	6,773	7	29	1,26	5
3	»	»	»	2	5	7	29	1,26	5
150	»	»	150	25	175	20	2	1,06	3
17	»	»	»	17	3	20	2	1,06	3
22,392	»	884	15,348	16,388	32,620	20	70	1,10	6
14	»	»	»	10	10	20	70	1,10	6
41,035	»	884	30,240	37,192	68,316	18	156	1,03	7
11	»	»	»	8	10	18	156	1,03	7

catégorie. (Dégagements instantanés).

13,583	»	»	3,349	15,959	19,308				
12	»	»	»	3	14	17	80	0,88	4
12,750	»	»	6,914	5,836	12,750	17	37	1,12	0
17	»	»	»	9	8	17	37	1,12	0
26,333	»	»	10,263	21,795	32,058	17	117	0,97	3
14	»	»	»	5	12	17	117	0,97	3

TABLEAU COMPARATIF ENTRE

GROUPES DES MINES OU RÉGIONS MINIÈRES 1	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité 2	CHARBON extrait T* 3	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIFS PO			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente 4	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté 5	Explosifs dits de sûreté 6	Explosifs de toute espèce 7

MINES A GRISOU DE

Couchant de Mons ou Borinage	1899	8	918,479	11	11	1	23
	1901	9	953,380	6	10	3	19
	Différence en 1901 en + ou en -	+ 1		- 5	- 1	+ 2	- 4
Centre	1899	18	1,714,910	23	4	2	29
	1901	17	1,620,260	27	3	1	31
	Différence en 1901 en + ou en -	- 1		+ 4	- 1	- 1	+ 2
Charleroi	1899	22	1,955,000	5	13	10	28
	1901	24	2,174,800	7	17	13	37
	Différence en 1901 en + ou en -	+ 2		+ 2	+ 4	+ 3	+ 9
Namur	1899	5	503,780	4	30	2	36
	1901	7	583,700	7	28	7	42
	Différence en 1901 en + ou en -	+ 2		+ 3	- 2	+ 5	+ 6
Liège	1899	23	1,453,630	35	12	1	48
	1901	19	1,420,120	30	12	5	47
	Différence en 1901 en + ou en -	- 4		- 5	0	+ 4	- 1
Le Royaume	1899	76	6,546,390	17	12	4	33
	1901	76	6,752,260	16	13	7	36
	Différence en 1901 en + ou en -			- 1	+ 1	+ 3	+ 3

LES ANNÉES 1899 ET 1901.

CONSOMMÉS PAR 1,000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT						COUCHES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
UR						EXPLOITÉES		
TRAVAUX préparatoires et de 1 ^{er} établissement — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	16
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
8	9	10	11	12	13	14	15	16

LA 1^{re} CATÉGORIE

12	3	18	19	1	38	55	0,80	18
13	3	10	19	6	35	53	0,81	15
+ 1	0	— 8	0	+ 5	— 3			— 3
10	»	31	6	2	39	75	0,73	21
12	»	37	5	1	43	94	0,76	23
+ 2	»	+ 6	— 1	— 1	+ 4			+ 2
21	19	20	19	29	68	95	0,94	26
20	20	18	33	26	77	96	0,96	35
— 1	+ 1	— 2	+ 14	— 3	+ 9			+ 9
17	2	5	47	3	55	15	0,92	33
20	1	8	45	10	63	16	0,98	41
+ 3	+ 1	+ 3	— 2	+ 7	+ 8			+ 8
15	4	51	15	1	67	83	0,77	37
17	7	51	14	6	71	87	0,76	36
+ 2	+ 3	0	— 1	+ 5	+ 4			— 1
15	7	28	17	10	55	324	0,82	27
16	8	27	21	12	60	346	0,84	30
+ 1	+ 1	— 1	+ 4	+ 2	+ 5			+ 3

TABLEAU COMPARATIF ENTRE

GROUPES DE MINES OU RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIFS PC			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7

MINES A GRISOU DE LA

Couchant de Mons ou Borinage	1899	19	1,145,520	1	8	10	19
	1901	15	923,620	1	10	13	24
	Différence en 1901 en + ou en -			0	+ 2	+ 3	+ 5
Centre.	1899	3	297,630	»	8	»	8
	1901	3	173,900	»	23	»	23
	Différence en 1901 en + ou en -			»	+ 15	»	+ 15
Charleroi.	1899	41	2,786,000	»	14	9	23
	1901	41	2,764,000	»	19	10	29
	Différence en 1901 en + ou en -			»	+ 5	+ 1	+ 6
Namur.	1899	1	76,360	»	15	»	15
	1901	1	131,900	»	29	»	29
	Différence en 1901 en + ou en -			»	+ 14	»	+ 14
Liège.	1899	28	2,524,314	4	10	6	20
	1901	26	2,605,750	4	10	10	24
	Différence en 1901 en + ou en -			0	0	+ 4	+ 4
Le Royaume	1899	92	6,829,824	2	12	7	21
	1901	81	6,599,170	2	14	10	26
	Différence en 1901 en + ou en -				+ 2	+ 3	+ 5

LES ANNÉES 1899 ET 1901

CONSOMMÉS PAR 1.000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT						COUCHES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
TOUS LES TRAVAUX						EXPLOITÉES		
TRAVAUX préparatoires et de leur établissement — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce	NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
8	9	10	11	12	13	14	15	16

2^e CATÉGORIE (Couches de la classe A).

11	»	2	15	13	30	86	0.63	12
15	»	6	18	15	39	75	0.65	16
+ 4	»	+ 4	+ 3	+ 2	+ 9			+ 4
17	»	»	25	»	25	14	1.05	8
26	»	»	49	»	49	11	1.07	25
+ 9	»	»	+ 24	»	+ 24			+17
10	»	2	22	9	33	133	0.81	20
18	2	1	30	18	49	156	0.83	24
+ 8	+ 2	- 1	+ 8	+ 9	+ 16			+ 4
40	»	»	55	»	55	2	0.74	11
17	»	»	46	»	46	3	1.09	32
- 23	»	»	- 9	»	- 9			+21
17	»	9	18	10	37	108	0.88	18
19	»	9	18	16	43	127	0.82	19
+ 2	»	0	0	+ 6	+ 6			+ 1
13	»	4	20	10	34	343	0.81	17
18	1	5	24	16	45	372	0.81	21
+ 5	+ 1	+ 1	+ 4	+ 6	+ 11			+ 4

TABLEAU COMPARATIF ENTRE

GROUPES DE MINES ou RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIFS PO			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7

MINES A GRISOU DE LA

Couchant de Mons ou Borinage	1899	14	871,710	»	»	11	11
	1901	14	941,210	»	»	9	9
	Différence en 1901 en + ou en -			»	»	- 2	- 2
Centre.	1901 ⁽¹⁾	4	374,990	»	10	2	12
Charleroi.	1899	31	867,300	»	»	3	3
	1901	30	955,100	»	»	4	4
	Différence en 1901 en + ou en -			»	»	+ 1	+ 1
Namur.	1899	1	49,340	»	2	»	2
	1900	1	8,900	»	»	3	3
	Différence en 1901 en + ou en -			»	- 2	+ 3	+ 1
Liège.	1899	21	1,780,670	»	4	1	5
	1901	19	1,638,810	»	4	2	6
	Différence en 1901 en + ou en -			»	0	+ 1	+ 1
Le Royaume	1899	67	3,569,020	»	2	4	6
	1901	68	3,919,010	»	2	5	7
	Différence en 1901 en + ou en -			»	0	+ 1	+ 1

(1) En 1899, il n'y avait pas de couches classées B dans les mines du Centre.

LES ANNÉES 1889 ET 1900

CONSOMMÉS PAR 1,000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT UR						COUCHES EXPLOITÉES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
TRAVAUX préparatoires et de ler éablissem ^t — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
8	9	10	11	12	13	14	15	16

2^e CATÉGORIE (Couches de la classe B).

7	»	»	3	15	18	40	0.76	8
9	»	»	2	16	18	66	0.80	7
+ 2	»	»	- 1	+ 1	»			- 1
19	»	»	29	2	31	9	1.14	14
7	»	»	5	5	10	31	1.19	4
3	»	»	2	5	7	29	1.26	5
- 4	»	»	- 3	0	- 3			+ 1
15	»	»	17	»	17	2	1.08	2
17	»	»	17	3	20	2	1.06	3
+ 2	»	»	0	+ 3	+ 3			+ 1
11	»	1	12	3	16	73	0.91	5
14	»	»	10	10	20	70	1.10	6
+ 3	»	- 1	- 2	+ 7	+ 4			+ 1
9	»	»	8	7	15	146	0.92	6
11	»	»	8	10	18	156	1.03	7
+ 2	»	»	0	+ 3	+ 3			+ 1

TABLEAU COMPARATIF ENTRE

GROUPES DE MINES OU RÉGIONS MINIÈRES 1	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité 2	CHARBON extrait T ^x 3	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIFS P0			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente 4	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté 5	Explosifs dits de sûreté 6	Explosifs de toute espèce 7

MINES A GRISOU DE

Couchant de Mons ou Borinage	1899	19	1,127,480	»	1	3	4
	1901	21	1,131,450	»	0	5	5
	Différence en 1901 en + ou en -			»	- 1	+ 2	+ 1
Charleroi.	1899	8	763,900	»	»	»	»
	1901	4	759,800	»	»	»	»
	Différence en 1901 en + ou en -			»	»	»	»
Le Royaume	1899	28	1,891,380	»	»	2	2
	1901	25	1,891,250	»	»	3	3
	Différence en 1901 en + ou en -			»	»	+ 1	+ 1

LES ANNÉES 1889 ET 1901

CONSOMMÉS PAR 1,000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT						COUCHES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
UR						EXPLOITÉES		
TRAVAUX préparatoires et de ler é ablissem ^t — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
8	9	10	11	12	13	14	15	16

LA 3^e CATÉGORIE

12	»	»	4	12	16	61	0.88	4
12	»	»	3	14	17	80	0.88	4
0	»	»	— 1	+ 2	+ 1			0
10	»	»	9	1	10	36	1.10	0
17	»	»	9	8	17	37	1.12	0
+ 7	»	»	0	+ 7	+ 7			0
11	»	»	5	8	13	97	0.93	2
14	»	»	5	12	17	117	0.97	3
+ 3	»	»	0	+ 4	+ 4			— 1

Ainsi que nous le disions au début de la présente notice, les chiffres des tableaux ci-dessus accusent une augmentation générale de la quantité d'explosifs consommés ; cette augmentation est assez faible, mais, si l'on fait intervenir cette circonstance que l'ouverture moyenne des couches déhouillées a été aussi un peu plus grande qu'en 1899, année de la précédente statistique, on trouve que, pour un même cube de roches à abattre, la quantité d'explosifs consommés s'est sensiblement accrue.

C'est ce que font ressortir les chiffres donnant la *densité du minage*, qui, dans les mines à grisou, dépasse de plusieurs unités les chiffres de l'année précédente.

Voici, réunis en un seul tableau, les chiffres indiquant ce terme comparatif de deux en deux ans depuis 1893 :

Densité du minage au coupage des voies.

	1893	1895	1897	1899	1901	
Mines non grisouteuses	Couchant de Mons	17	18	22	25	25
	Centre	20	25	29	34	33
	Charleroi	44	33	34	36	34
	Namur	26	32	60	33	52
	Liège.	35	32	32	35	46
	Le Royaume . . .	27	27	30	33	34
<hr/>						
Mines à grisou de la 1 ^{re} catégorie	Couchant de Mons	19	18	15	18	15
	Centre	24	24	22	21	23
	Charleroi	33	29	23	26	35
	Namur	29	27	40	33	41
	Liège	35	37	34	37	36
	Le Royaume . . .	29	27	25	27	30
<hr/>						
Mines à grisou de la 2 ^e catégorie	Couchant de Mons	14	10	{ A 11 B 9	12 8	16 7
	Centre	11	23	A 8	8	{ A 25 B 14
	Charleroi	17	14	{ A 15 B 1	20 4	24 5
	Namur	22	15	{ A 13 B 1	11 2	32 3
	Liège	17	18	{ A 20 B 3	18 5	19 6
	Le Royaume . . .	17	14	{ A 16 B 4	17 6	21 7
<hr/>						
Mines à grisou de la 3 ^e catégorie	Couchant de Mons	8	5	2	4	4
	Charleroi	1	0	0	0	0
	Le Royaume . . .	5	3	1	2	3

Bien qu'à côté de cet accroissement de la densité du minage, on ait, d'autre part, comme nous allons le voir, à constater une amélioration dans la qualité des explosifs consommés, on doit néanmoins regretter ce mouvement de recul que ne compense peut-être pas tout-à-fait, au

point de vue de la sécurité de nos mines à grisou, l'amélioration constatée d'autre part.

Malgré la tendance générale dans le sens de l'augmentation, nous relevons avec satisfaction les efforts réalisés dans plusieurs charbonnages pour se passer, dans la mesure du possible, pour le coupage des voies surtout, du dangereux concours de l'explosif et nous voyons le nombre de mines où la densité du minage se chiffre par 0 quelque peu accru depuis nos relevés précédents ; c'est ce que l'on peut constater dans le tableau ci-dessous des charbonnages grisouteux où la densité du minage a été inférieure à 10 pendant l'année 1901 :

Couchant de Mons

Belle-Vue (2 ^{me} catégorie B et 3 ^{me} catégorie)	0
Bois-de-Boussu (2 ^{me} catégorie B)	0
Bois de St-Ghislain (3 ^{me} catégorie)	0
Agrappe (3 ^{me} catégorie)	2
Bonne-Veine (2 ^{me} catégorie B)	5
Grande Machine à feu de Dour (2 ^{me} catég. A et B)	6
Escouffiaux (3 ^{me} catégorie)	7

Charleroi

Bois de la Haye (2 ^{me} catégorie B et 3 ^{me} catégorie)	0
Beaulieusart (3 ^{me} catégorie)	0
Marcinelle-Nord (2 ^{me} catégorie A et 3 ^{me} catégorie)	0
Bois-de-Cazier (3 ^{me} catégorie)	0
Sacré-Madame (2 ^{me} catégorie A et B)	0
Marchienne (2 ^{me} catégorie A et B)	3
Bonne-Espérance à Montigny (2 ^{me} catégorie A)	3

Liège

Marihaye (2 ^{me} catégorie <i>B</i>)	0
Six-Bonnières (2 ^{me} catégorie <i>B</i>)	0
Cockerill (2 ^{me} catégorie <i>B</i>)	2
Ougrée (2 ^{me} catégorie <i>B</i>)	5
Bonnier (1 ^{re} catégorie)	7
Corbeau-au-Berleur (2 ^{me} catégorie <i>A</i>)	8
Patience-et-Beaujonc (2 ^{me} catégorie <i>A</i> et <i>B</i>)	9

L'amélioration, sous le rapport de la *qualité* des explosifs employés, ressort des tableaux suivants qui, rappelant les chiffres des années antérieures, permettent d'apprécier le chemin parcouru.

Voici d'abord le tableau résumant, par qualités d'explosifs, les quantités totales de ceux-ci consommées dans les mines de diverses catégories.

Nous y voyons la consommation en poudres lentes diminuer d'une façon continue, passant de 40 kilogrammes par 1,000 tonnes extraites en 1893, à 20 kilogrammes en 1901, soit une diminution de moitié.

Quantités (en kilog.) d'explosifs consommés annuellement pour tous les

	POUDRES LENTES					EXPLOSIFS BRISANTS				
	1893	1895	1897	1899	1901	1893	1895	1897	1899	1901
Mines sans grisou	319,919	287,980	278,465	250,722	223,702	11,425	12,473	14,189	19,350	26,294
Mines à grisou 1 ^{re} cat.	242,307	213,359	202,377	184,250	184,877	47,923	64,811	84,833	110,850	145,514
Mines à grisou { 2 ^e catégorie {	196,035	180,111	67,936	28,907	33,317	56,446	65,854	101,857	135,606	160,489
			7,209	1,769	884			23,015	28,364	30,240
Mines à grisou 3 ^e cat.	4,202	2,324	1,913	»	»	11,168	8,163	6,909	10,320	10,263
Toutes les mines.	762,463	684,344	557,900	465,648	442,780	126,962	151,301	230,803	304,490	372,800
Production tonnes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Quantité (en kilog.) d'explosifs consommés par 1000 tonnes extraites. . .	40	35	26	21	20	6	7	11	14	17

travaux dans les mines de houille de Belgique de 1893 à 1901.

EXPLOSIFS DITS DE SURETÉ					EXPLOSIFS DE TOUTE ESPECE				
1893	1895	1897	1899	1901	1893	1895	1897	1899	1901
5,275	»	1,383	6,308	4,520	336,619	300,453	294,037	276,380	254,516
21,475	18,255	28,709	65,098	79,563	311,687	296,425	315,919	360,198	409,954
59,427	48,734	58,640	67,616	104,779	311,608	295,269	288,433	232,129	298,585
		28,053	22,542	37,192			58,277	52,675	68,316
12,493	13,797	12,085	18,876	21,795	27,863	24,284	20,907	25,196	32,058
98,352	80,786	128,870	176,440	247,849	987,777	916,431	917,573	946,578	1,063,429
»	»	»	»	»	19,411,000	20,453,000	21,492,000	21,915,000	22,213,400
5	4	6	8	11	51	45	43	43	48

Ce recul, si favorable à la sécurité, dans la consommation de poudre noire, ressort mieux encore du tableau suivant :

		Quantités en kg. d'explosifs brisants et de sûreté consommés pour tous travaux	Proportion % de la consommation totale d'explosifs
1893	Mines non grisouteuses.	16,700	5
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	69,380	22
	» 2 ^e »	115,573	37
	» 3 ^e »	28,661	85
	Toutes les mines.	225,314	23
1895	Mines non grisouteuses.	12,473	4
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	83,066	28
	» 2 ^e »	114,588	39
	» 3 ^e »	21,960	90
	Toutes les mines	232,087	25
1897	Mines non grisouteuses.	15,572	5
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	113,542	36
	» 2 ^e » { A	160,497	70
	» B	51,068	88
	» 3 ^e »	18,994	91
Toutes les mines.	359,673	39	
1899	Mines non grisouteuses.	25,658	9
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	175,948	49
	» 2 ^e » { A	203,222	88
	» B	50,906	97
	» 3 ^e »	25,196	100
Toutes les mines.	480,930	50	
1901	Mines non grisouteuses.	30,814	12
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	225,077	55
	» 2 ^e » { A	205,268	89
	» B	67,432	99
	» 3 ^e »	32,058	100
Toutes les mines.	620,649	58	

Nous avons jusqu'ici considéré la qualité des explosifs employés pour l'ensemble des travaux; si on la considère séparément pour le coupage des voies, on trouve un progrès plus accentué encore, ainsi qu'en témoigne le tableau ci-dessous :

		PROPORTIONS de poudre noire ou d'explosifs lents par rapport à la consommation totale d'explosifs pour le coupage des voies				
		1893	1895	1897	1899	1901
		o/o	o/o	o/o	o/o	o/o
Mines non grisouteuses		93	95	90	88	78
Mines à grisou de la 1 ^{re} catégorie .		73	68	61	53	46
»	2 ^e »	63	62	22	8	6
	»			2 1/2	0	0
	3 ^e »	4	0	0	0	0

Quant aux explosifs de sûreté, ils n'avaient pas, comme il a déjà été maintes fois rappelé, été mentionnés dans le règlement de 1895; le développement de leur emploi résulte donc de la louable initiative de MM. les Exploitants, initiative encouragée par l'Administration des mines.

L'intervention de celle-ci n'a pas consisté qu'en simples recommandations : Il est maintes circonstances où des dérogations aux prescriptions rigoureuses du règlement, dérogations d'ailleurs prévues par celui-ci, sont accordées quand la nature du gisement exige pratiquement l'emploi des explosifs. Ces dérogations sont toujours subordonnées à des conditions qui réduisent au minimum le danger de cet

emploi. Parmi ces conditions se trouvait le plus souvent l'obligation de n'employer que des explosifs offrant le maximum de sûreté.

La prescription de cette dernière condition a été généralisée par la circulaire ministérielle du 27 octobre 1900 qui, en même temps qu'elle recommande de donner dans ces cas, la préférence aux *explosifs dits de sûreté*, précise la signification de cette dernière qualification en renvoyant aux listes publiées par nous dans les *Annales des Mines de Belgique*.

Nous reproduisons en annexe (annexe n° IV) les termes de cette circulaire.

Le progrès accompli dans l'emploi des explosifs de sûreté pour l'opération du coupage des voies est révélé par le tableau suivant qui indique, depuis 1888, année où l'on a commencé à se servir des dits explosifs, dans quelles proportions ils ont été employés.

RÉGIONS
MINIÈRES

Proportions % des explosifs de sûreté par rapport à la consommation totale d'explosifs pour le coupage des voies.

		1888	1895	1897	1899	1901
MINES à grisou de la 1 ^{re} catégorie	Couchant de Mons	0 %	7 %	28 %	3 %	17 %
	Centre	0	8	17	5	3
	Charleroi	0	9	16	37	35
	Namur (1)	0	4	0	5	16
	Liège	0	0	2	2	12
	Le Royaume	0	6	10	13	19
<hr/>						
MINES à grisou de la 2 ^e catégorie	Couchant de Mons	3	67	84	61	63
	Centre (1)	0	100	19	0	1
	Charleroi	0	8	30	39	37
	Namur (1)	0	6	8	0	1
	Liège	1	1	24	29	30
	Le Royaume	1	17	39	39	42
<hr/>						
MINES à grisou de la 3 ^e catégorie	Couchant de Mons	11	92	88	80	100
	Charleroi (2)	»	»	»	»	»
	Le Royaume	11	92	88	80	100

(1) Il ne faut pas attribuer une importance exagérée aux chiffres qui concernent la province de Namur, et, pour les mines de la 2^e catégorie, le bassin du Centre; le nombre des mines y étant restreint, les chiffres peuvent subir de fortes fluctuations sans que celles-ci aient une signification bien sérieuse.

(2) On n'a pas employé d'explosifs du tout pour le coupage des voies.

Depuis la circulaire du 27 octobre et la publication de notre dernière liste dans notre précédente statistique (1), plusieurs explosifs nouveaux ont été reconnus par arrêtés ministériels comme pouvant être qualifiés explosifs de sûreté pour l'application de la circulaire du 27 octobre 1900, c'est-à-dire qu'ils peuvent être employés dans les cas de dérogations.

Nous donnons ci-dessous, comme nous l'avons fait dans les statistiques antérieures, les noms des explosifs qui ont été classés dans les trois rubriques de notre statistique de 1901. Les divers explosifs sont indiqués dans l'ordre de l'importance de leur emploi, pendant la dite année 1901.

Nous avons, dans nos publications précédentes, expliqué sur quels principes nous nous sommes basés pour établir cette liste essentiellement provisoire; sans aucun doute elle devra subir sous peu diverses modifications à la suite des expériences qui vont être entreprises à notre siège d'expériences de Frameries.

I. — Poudres lentes.

La *Poudre noire*, ordinaire ou comprimée, la *Néoclastite* et la *Lithotrite*.

II. — Explosifs brisants.

a) Dynamites et autres produits analogues :

La *Dynamite-gomme*, la *Gélatine-dynamite*, la *Gélignite*, la *Dynamite n° 1*, la *Mélanite*, la *Colinite* et la *Gélatine-explosible*.

b) Explosifs brisants au nitrate ammonique :

Les *Explosifs Favier n° 1 et n° 3*, la *Densite A*, la *Bellite* et la *Minolite*.

III. — Explosifs dits de sûreté.

L'*Antigrisou Favier n° 2*, la *Grisoutite* ou la *Forcite*

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. V, 4^{me} liv., p. 688.

antigrisouteuse n° 2, la Densité D ou E, l'Antigrisou d'Arendonck, la Nitroferriite n° 1, la Fractorite, la Dynamite de sûreté (grisoutine), la Baelénite, la Poudre blanche Cornil, la Wallonite, la Gélatine à l'ammoniaque, la Flammivore, la Forcite antigrisouteuse n° 1, la Dahménité A, l'Explosif Lebeau et la Westphalite.

Charges des mines. Procédés d'amorçage. —

Dans notre statistique de 1899 nous avons donné le relevé du nombre de détonateurs employés dans les mines du pays et nous en avons déduit la charge moyenne des mines des diverses catégories des cinq régions minières de notre pays.

Les mêmes renseignements ont été recueillis cette année par MM. les Ingénieurs en chef Directeurs ; nous les rassemblons en deux tableaux comme nous l'avons fait précédemment :

RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE DÉTONATEURS EMPLOYÉS POUR TOUS LES TRAVAUX			Quantités (kg.) d'explosifs brûlés et de sûreté employés pour tous les travaux	Charges moyennes en grammes
	Ordinaires	Electriques	Total		
Couchant de Mons	167,704	249,130	416,834	96,715	232
Centre	96,364	119,602	215,966	37,436	123
Charleroi	277,717	1,041,327	1,319,044	294,109	223
Namur	157,785	26,355	184,140	38,585	209
Liège	91,587	357,873	449,460	153,804	342
LE ROYAUME	791,157	1,794,287	2,585,444	620,649	240

RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE DÉTONATEURS EMPLOYÉS POUR TOUS LES TRAVAUX			Quantités (kg.) d'explosifs brisants et de sûreté employés pour tous les travaux	Charges moyennes en grammes
	Ordinaires	Electriques	Total		
<i>Mines sans grisou.</i>					
Couchant de Mons	18,285	7,255	25,540	5,358	210
Centre	22,527	3,093	25,620	7,285	284
Charleroi	58,359	8,565	66,924	11,813	177
Namur	800	»	800	170	212
Liège	4,743	8,940	13,683	6,188	452
LE ROYAUME	104,714	27,853	132,567	30,814	232
<i>Mines de 1^{re} catégorie.</i>					
Couchant de Mons	97,000	15,485	112,485	24,201	215
Centre	26,637	26,582	53,219	9,927	187
Charleroi	217,458	331,198	598,656	129,189	216
Namur	150,370	4,460	154,830	32,150	208
Liège	67,607	21,459	89,066	29,610	332
LE ROYAUME	559,072	449,184	1,008,256	225,077	224
<i>Mines de 2^{me} catégorie. Couches de la classe A.</i>					
Couchant de Mons	50,300	64,442	114,742	30,796	268
Centre	21,200	37,890	59,090	8,528	143
Charleroi	1,900	550,740	552,640	133,584	242
Namur	6,195	21,385	27,580	6,090	257
Liège	19,237	235,044	254,281	86,270	339
LE ROYAUME	98,832	911,648	1,010,480	265,268	261
<i>Mines de 2^{me} catégorie. Couches de la classe B.</i>					
Couchant de Mons	»	61,099	61,099	17,052	279
Centre	26,000	52,037	78,037	11,696	150
Charleroi	»	35,399	35,399	6,773	191
Namur	420	510	930	175	188
Liège	»	92,430	92,430	31,736	343
LE ROYAUME	26,420	241,475	267,895	67,432	252
<i>Mines de 3^{me} catégorie.</i>					
Couchant de Mons	2,119	100,849	102,968	19,308	188
Charleroi	»	66,425	66,425	12,750	192
LE ROYAUME	2,119	167,274	169,393	32,058	189

Les résultats de cette statistique spéciale diffèrent peu, quant à leur signification, de ceux de la statistique précédente.

Les charges moyennes par bassins varient de 173 grammes (Centre) à 342 grammes (Liège).

La moyenne générale est de 240 grammes. Elle se chiffrait en 1899 par un chiffre peu différent (251 grammes). Quant à la proportion des mines (chargées d'explosifs brisants et de sûreté) tirées à l'électricité, elle est de 69 %, peu différente de ce qu'elle était il y a deux ans. Dans les mines à grisou de 2^{me} et de 3^{me} catégorie, cette proportion atteint respectivement 90 et 98 %. Elle n'est que de 21 % dans les mines sans grisou et de 44 % dans les mines de 1^{re} catégorie.

M. l'Ingénieur en chef Minsier, directeur du 4^e arrondissement des mines, à Charleroi, nous signale un fait assez singulier d'explosion tardive d'une mine amorcée à l'électricité.

Nous le donnons en annexe (annexe V), dans les termes où il a été signalé à M. Minsier, par la Direction des Charbonnages-Réunis, de Charleroi, en même temps que quelques autres faits qui se sont passés au même charbonnage et où l'explosion des mines a été accompagnée de certaines particularités sur lesquelles il n'est pas inutile d'attirer l'attention.

Bruxelles, 31 octobre 1902.

DESCRIPTION (1)
DU
SIÈGE D'EXPÉRIENCES
POUR

l'essai des lampes de sûreté, des explosifs, etc.

ETABLI
A FRAMERIES - LA BOUVERIE

Les installations, établies par l'État belge au siège n° 3 des charbonnages de l'Agrappe à Frameries, comprennent :

- 1° Une canalisation amenant au jour le grisou capté dans les travaux souterrains ;
- 2° Les appareils nécessaires pour activer, le cas échéant, le débit du grisou, pour purifier et emmagasiner celui-ci : aspirateur à vapeur, condenseur, épurateur, gazomètre ;
- 3° Le laboratoire pour l'essai des lampes ;
- 4° Le laboratoire pour l'essai des explosifs ;
- 5° Un dépôt d'explosifs.

Source de grisou. — Le siège n° 3 des charbonnages de l'Agrappe, appartenant à la Compagnie des Charbonnages belges, possède une source de grisou particulièrement abondante et dont la persistance pendant les quatorze dernières années est de nature à garantir la constance, tout au moins pendant un temps amplement suffisant.

(1) Par M. l'ingénieur principal STASSART.

Il y a d'ailleurs lieu de remarquer que le siège n° 3 peut être considéré comme donnant le plus fort dégagement normal de grisou constaté en Belgique, et peut-être dans le monde entier. En effet, durant les dix années pendant lesquelles nous avons eu la surveillance de ce puits, la quantité de grisou dégagée peut être estimée de 30 à 40,000 mètres cubes en moyenne par jour, ce qui correspond à plus de 100 mètres cubes par tonne de charbon extrait. Certains chantiers ont dégagé pendant un laps de temps déjà assez long (six mois) jusque 250 mètres cubes par tonne.

Le grisou capté provient des terrains avoisinant les anciens travaux exécutés, de 1878 à 1892, au couchant du puits, dans les plateures des couches Chauffournoise et Cinq-Paumes, à l'étage de 700 mètres, représentées en *A* et *B* à la figure 2.

Les exploitations, entreprises dans ces deux corps de veines, ont été limitées à leur partie supérieure par une faille importante, d'allure sensiblement horizontale, dénommée *Faille de Crachet*, et qui constitue une des branches d'un accident géologique bien connu au Borinage sous le nom de *plate faille*.

Ce dérangement, au siège n° 3, n'a été traversé que par les puits et quelques tourets, circonstance favorable au maintien du grisou dans les terrains inférieurs. En ce qui concerne les deux plateures dont il vient d'être question, les travaux qui y ont été effectués ne communiquent avec le bouveau de retour, situé au dessus de la faille, à la profondeur de 459 mètres, que par un touret unique, représenté en *C* à la figure 2. Immédiatement après l'abandon des travaux, un serrement, *D*, a été construit au débouché du touret dans le bouveau. Néanmoins, le grisou s'est dégagé depuis lors à débit libre par un tuyau qui traverse le serrement.

En 1900, à la demande de la Commission spéciale désignée pour la recherche d'un emplacement convenable pour l'établissement du siège d'expériences, ont eu lieu les premiers jaugeages de la venue, qui a été trouvée de 400 mètres cubes par jour. Des mesures faites périodiquement depuis lors n'ont montré que de faibles variations de débit.

Ce dégagement abondant s'explique par la nature très grisouteuse du gisement, l'amplitude des exploitations (25 hectares dans chacune des deux couches), l'état vierge des dressants limitant les deux plateures, enfin le barrage opposé par la plate-faille au dégagement.

Le grisou contient environ 75 p. c. de CH_4 et 3.2 de CO_2 .

Au cas où cette source de gaz viendrait à se tarir, on trouvera du grisou en quantité suffisante au voisinage du serrement, en exécutant un montage dans la couche *Picarte*, qui est et restera inexploitée à ce niveau. Cette veine se présente dans des conditions de gisement particulièrement favorables pour un captage de l'espèce ; elle forme en effet, en cette région, un pli constitué par une plateure et un dressant, dont le crochon de tête, *E*, se trouve à une vingtaine de mètres au dessus du bouveau.

Serrement et canalisation. — Le serrement a été réfectionné de façon à assurer son étanchéité. La canalisation *GHD a*, du point de captage au gazomètre, une longueur de 1,000 mètres environ, dont 440 mètres dans le bouveau à 459 mètres, 460 mètres dans le puits d'aérage et 100 mètres à la surface. Elle est constituée par des tuyaux en fer étiré de 0^m051 de diamètre intérieur et de 0^m003 d'épaisseur. L'assemblage est à collets, avec interposition d'une collerette en caoutchouc. La conduite repose, dans le bouveau, sur des supports indépendants des cadres de boisage, et partant des mouvements de terrains, lesquels sont d'ailleurs peu à craindre dans ce bouveau déjà très ancien. Elle a une pente continue vers le puits, de façon à favoriser l'écoulement de l'eau qui pourrait éventuellement s'y condenser. Celle-ci s'évacuera automatiquement par un purgeur.

Dans le puits, la conduite est maintenue par des carcans en fer supportés par des traverses et distants de 20 mètres. Elle est munie de trois joints compensateurs.

L'étanchéité de la conduite serait particulièrement nécessaire au cas où les conditions de débit nécessiteraient de créer une dépression dans la canalisation. En effet, l'introduction d'air par un joint défectueux aurait pour résultat de modifier la composition du gaz et pourrait même rendre explosif le mélange contenu dans le gazomètre. C'est pourquoi la canalisation peut être isolée et mise en relation avec le réservoir d'air comprimé, de façon à permettre de s'assurer périodiquement de l'étanchéité des joints. Celle-ci sera également vérifiée par l'identité de composition du grisou à l'entrée et à la sortie de la canalisation.

Enfin, la coexistence dans le puits d'aérage de trois autres conduites (air comprimé, vapeur, eau de refoulement) a pour effet de renforcer la surveillance ordinaire de l'ensemble de ces canalisations.

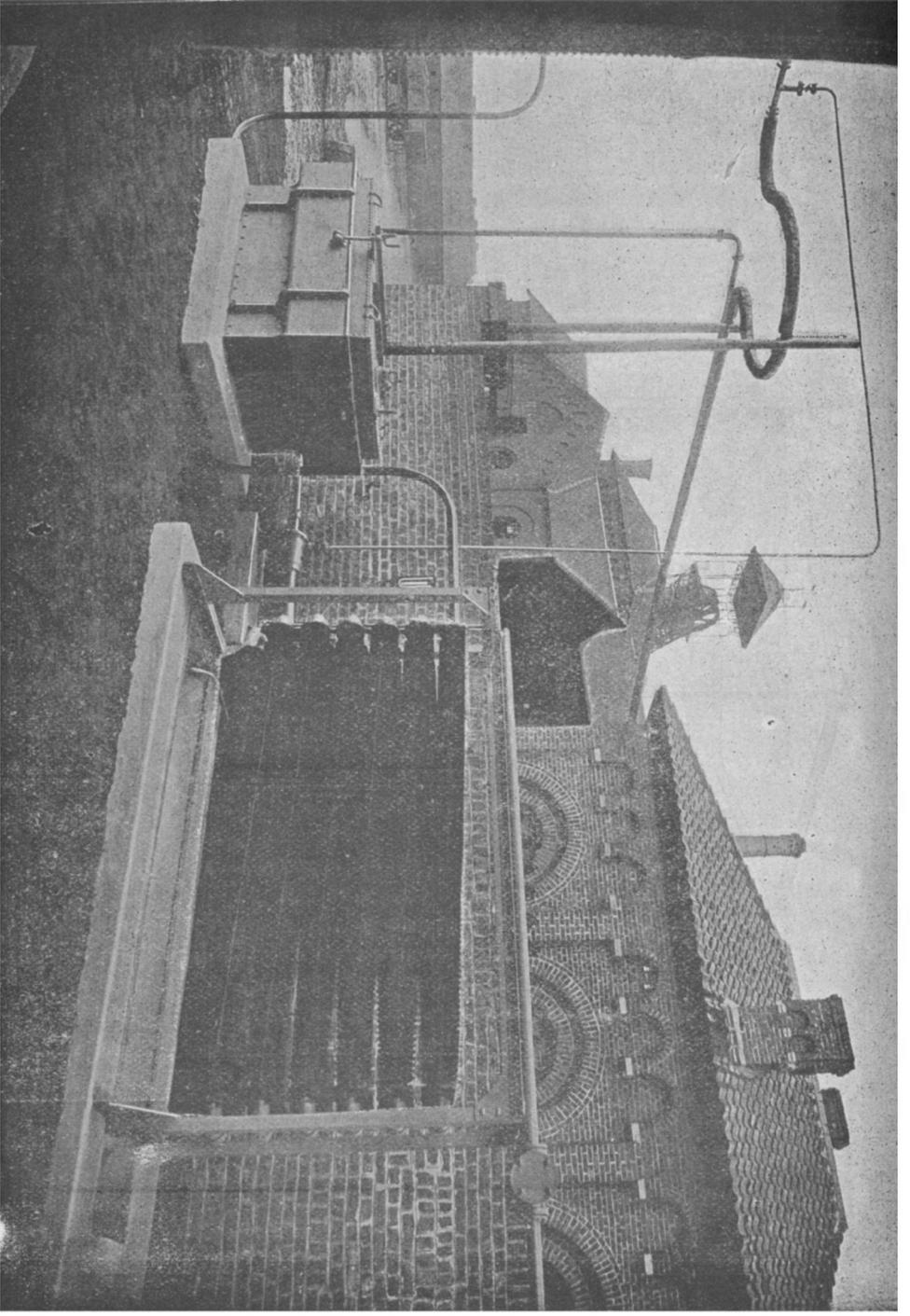


FIG. 19. — *Vue de l'aspirateur, du condenseur et de l'épurateur.*

GAILLARD, Phot., Mons.

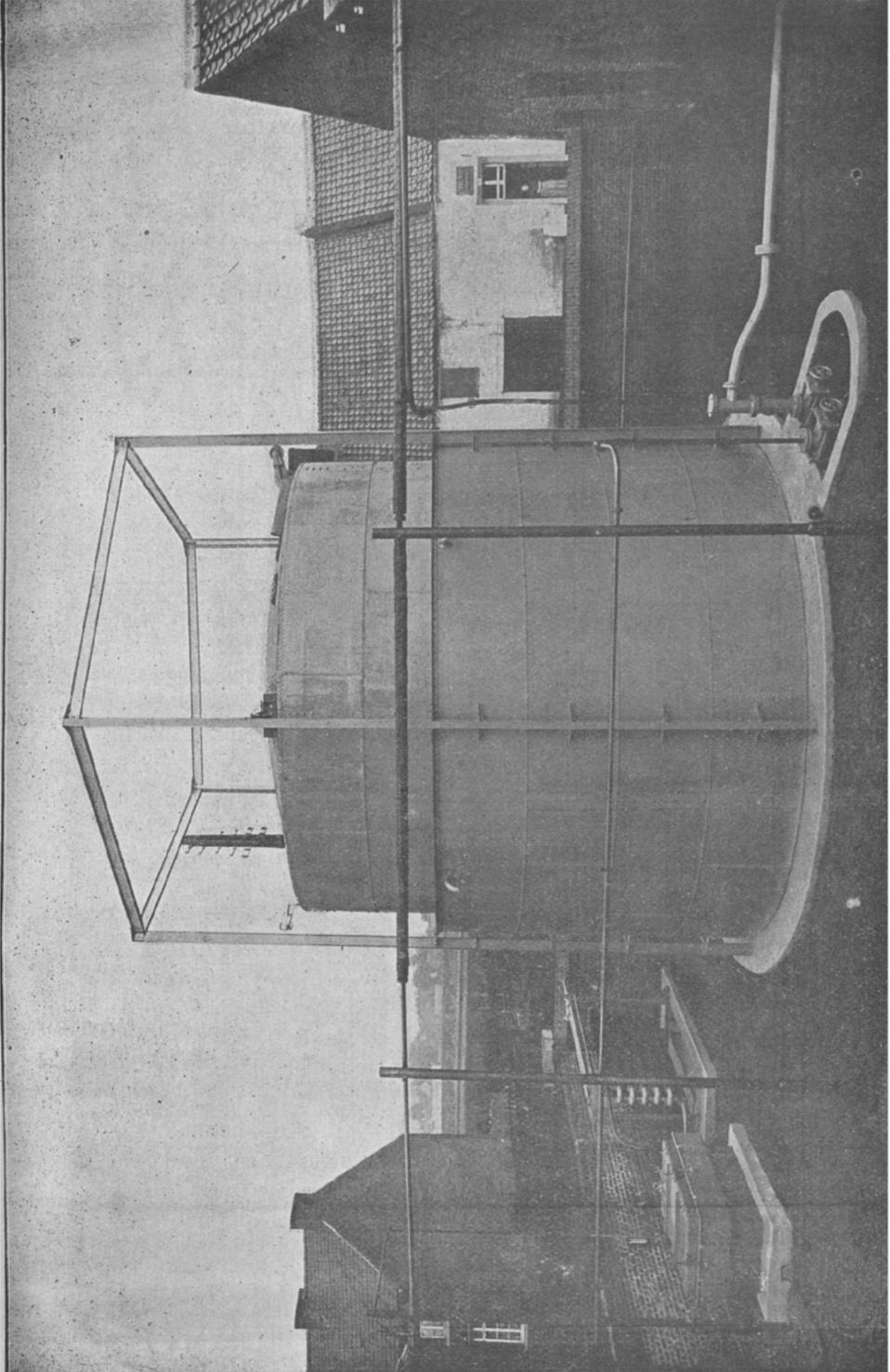


Fig. 20. — *Vue du gazomètre.*

GALLADÉ, Phot., Mons.

Appareils de mise en mouvement, d'épuration, d'emmagasinement du grisou. — Pour pouvoir obtenir aisément à l'appareil d'essai des lampes telles teneur et vitesse que l'on désire, il est nécessaire, ainsi que nous le verrons plus loin, de disposer d'une assez grande pression au gazomètre. Celle-ci a été fixée à 200 millimètres.

La pression aéromotrice, résultant de la moindre densité de la colonne grisouteuse, n'étant que de 180 millimètres à l'état statique et tombant à 70 millimètres pour un débit égal à celui de la venue normale de gaz, soit 400 mètres cubes par jour, il a été reconnu indispensable de munir la conduite d'un aspirateur Kœrting à vapeur. Celui-ci présente sur l'exhausteur l'avantage de ne pas nécessiter de moteur.

Le grisou passe ensuite dans un condenseur (fig. 19), de 30 mètres carrés de surface, constitué par une double série de tubes à ailettes pouvant être refroidi par une pluie d'eau. La circulation du gaz et de l'eau est méthodique.

Le gaz traverse ensuite un épurateur qui le débarrasse de l'anhydride carbonique qu'il contient. La teneur actuelle en CO_2 est faible, mais elle peut augmenter. L'épurateur (fig. 19) est de même forme que ceux utilisés dans les usines à gaz. Il a une capacité de $1^{\text{m}^3}6$ et comprend trois claies sur lesquelles est déposée de la chaux vive. La surface active est de près de 5 mètres carrés.

De là, le grisou se rend dans un gazomètre de 150 mètres cubes de capacité (fig. 20). Ce volume permet d'effectuer à l'appareil d'essai des lampes, des expériences à la vitesse moyenne de 8 mètres pendant 6 heures consécutives.

Le gazomètre est construit entièrement en tôle de fer. La cuve a 7 mètres de diamètre, $4^{\text{m}}40$ de hauteur et une épaisseur de 4, 5, 6 millimètres. La cloche a $6^{\text{m}}50$ de diamètre, 4 mètres de hauteur et une épaisseur de $2\frac{1}{2}$ et 3 millimètres. Des contrepoids placés sur la cloche permettent de lui donner le poids de 7,697 kilogrammes correspondant à la pression de 200 millimètres.

Laboratoire d'essai des lampes. — Il comprend une salle d'essai des lampes dans les atmosphères explosibles, une salle d'essai photométrique, une salle d'analyse du grisou, laquelle pourra servir le cas échéant à l'analyse des explosifs, une salle de collections, un bureau, une station de tarage des anémomètres.

Figure 21

Projection longitudinale de l'appareil d'essai des lampes.

Echelle $\frac{1}{15}$

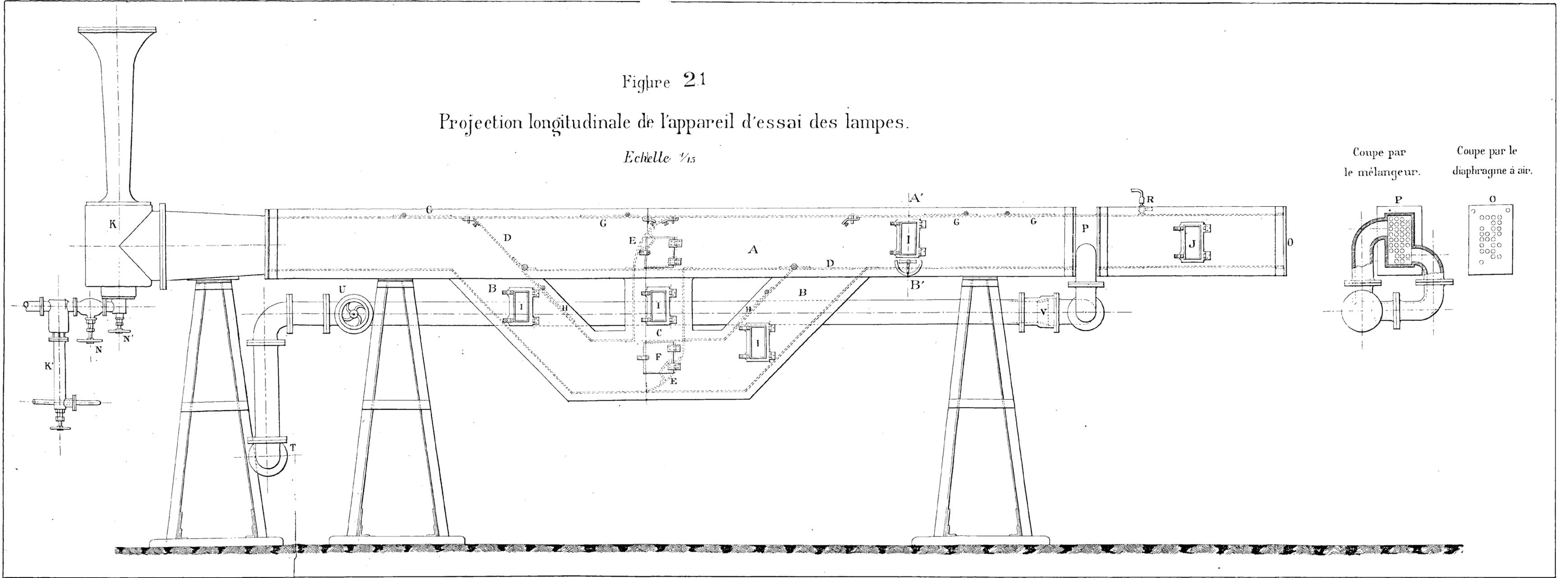
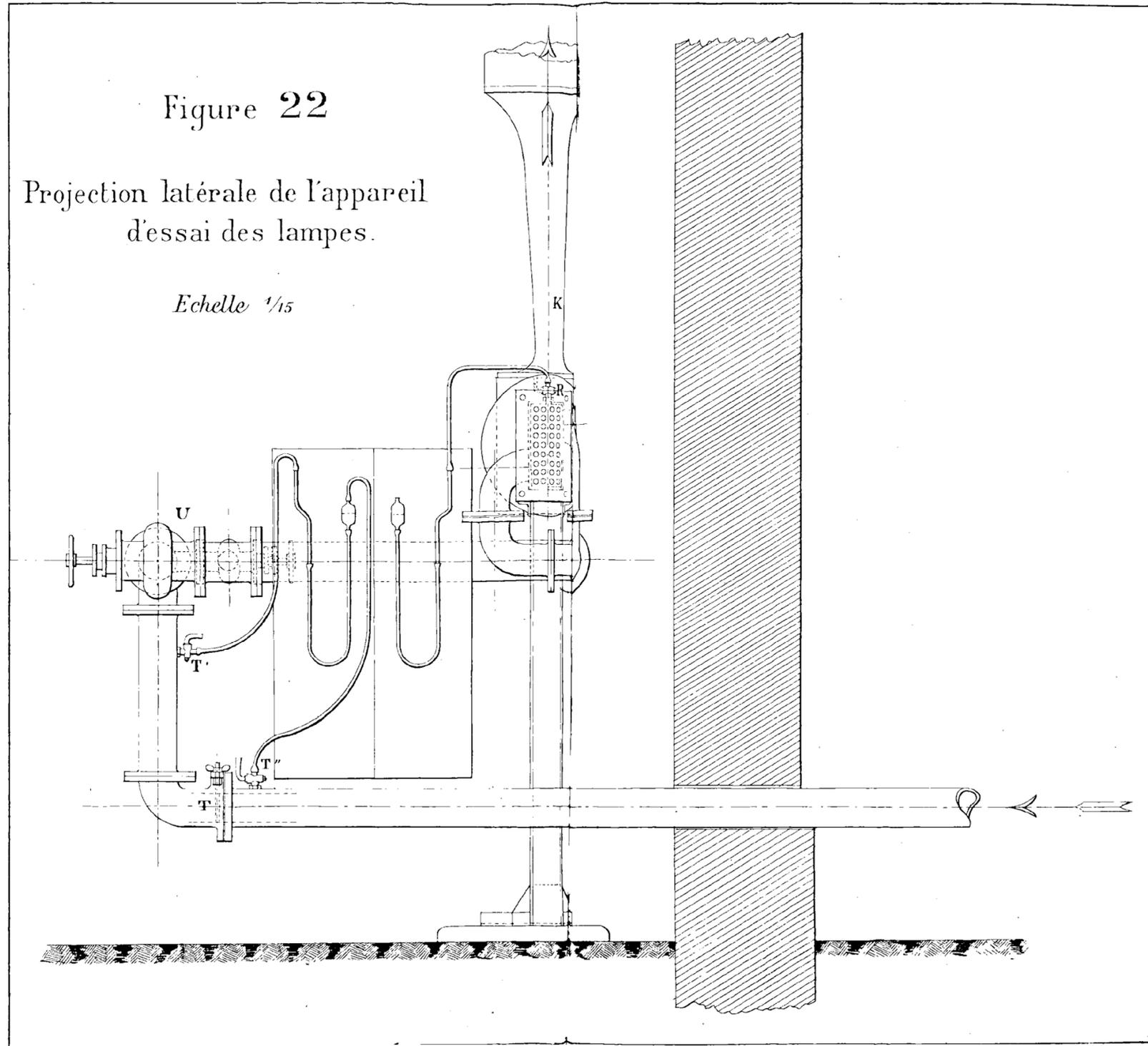


Figure 22

Projection latérale de l'appareil
d'essai des lampes.

Echelle 1/15



L'appareil d'essai des lampes doit permettre :

1° D'établir rapidement et facilement un courant de vitesse et de teneur quelconques, chargé ou non de poussières de charbon ;

2° De placer dans le courant explosible la lampe entière, même celle de grandes dimensions (Pieler, Chesneau) ;

3° De soumettre la lampe, maintenue dans une position verticale, à des courants horizontaux, verticaux, inclinés à 45°, ascendants ou descendants ;

4° D'infléchir sous une inclinaison quelconque la lampe soumise à l'action d'un courant horizontal ;

5° De permettre les essais de rallumage dans les atmosphères en repos ou en mouvement.

L'appareil adopté pour réaliser ces différents desiderata est, sauf quelques améliorations, analogue à celui utilisé par M. Fährdrich, dans le laboratoire établi au puits Bismark (Gelsenkirchen) par la Caisse minière westphalienne. Il est représenté aux figures 7, 21, 22, et 23. Il comprend une conduite horizontale *A*, des conduites dérivées, inclinées à 45° *B*, et verticale *C*, disposées de façon à pouvoir placer les lampes dans des courants ayant ces diverses orientations. Ces conduites sont constituées par deux fers *U* boulonnés à deux tôles horizontales de 5 millimètres d'épaisseur. Elles ont 0^m310 de hauteur et 0^m140 de largeur.

Des cloisons amovibles en tôle permettent d'approprier l'appareil aux différents courants que l'on désire obtenir.

Les cloisons *D* sont droites et à charnières, elles donnent le courant horizontal, ou incliné à 45°, suivant qu'elles sont abaissées ou relevées contre le ciel de la conduite ; dans cette seconde position, elles sont maintenues par un verrou. Les cloisons *E* sont incurvées en arc de cercle et donnent des courants verticaux, ascendant ou descendant. Elles sont également fixées par verrou.

Au ciel de la conduite horizontale sont ménagées quatre ouvertures *G*, formant soupape de sûreté et fermées par des clapets à charnières reposant sur un joint en amiante. Le poids des clapets est tel que, même quand il n'existe pas de dépression dans l'appareil (atmosphère au repos), l'étanchéité soit suffisante.

Les conduites à 45° portent également chacune un clapet *H*.

L'appareil est muni de cinq fenêtres identiques ; quatre d'entre-elles *I* sont placées en regard des positions que l'on peut donner aux lampes à essayer, elles permettent de suivre facilement les diverses phases des expériences.

Fig. 23

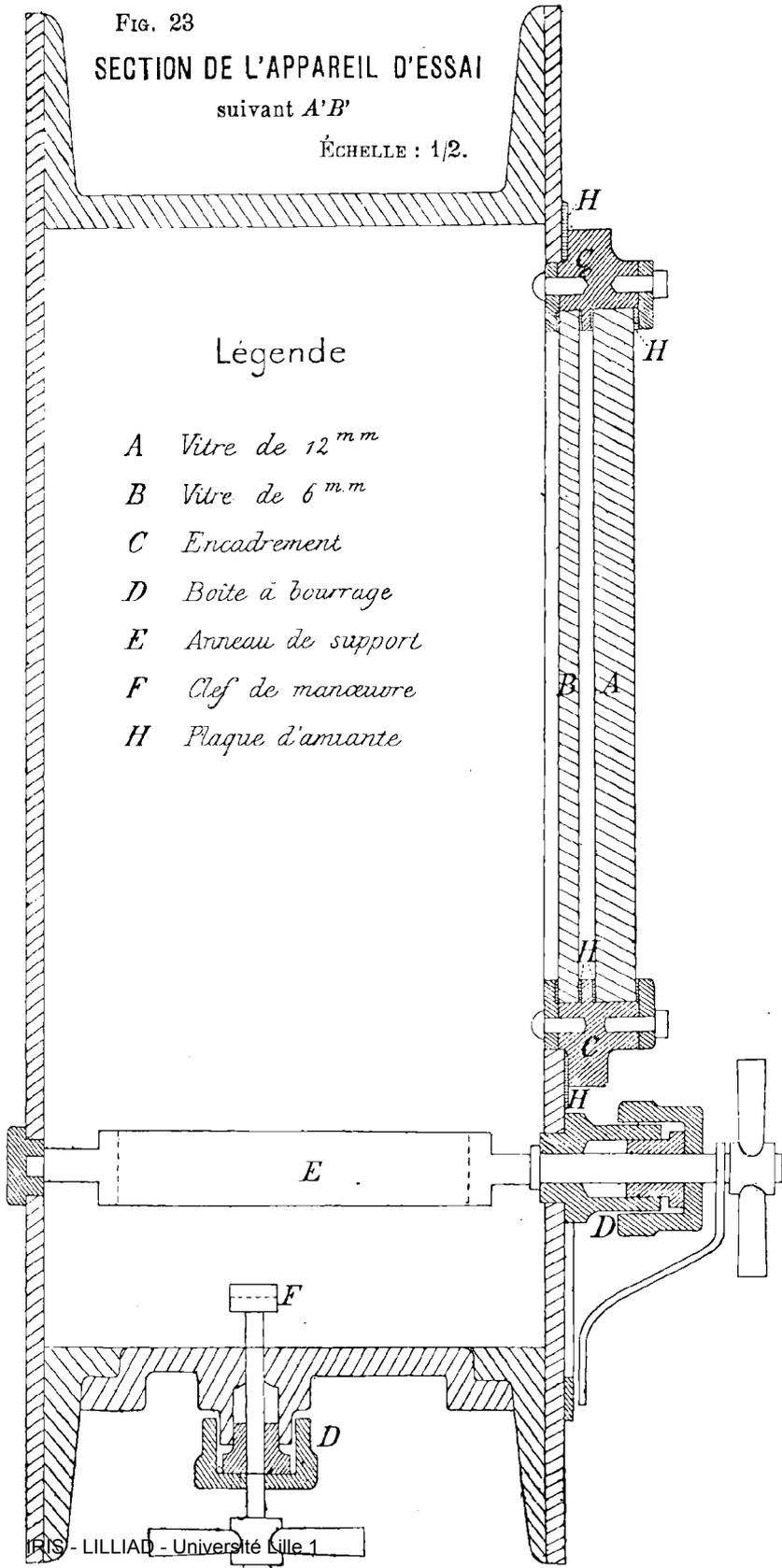
SECTION DE L'APPAREIL D'ESSAI

suivant A'B'

ÉCHELLE : 1/2.

Légende

- A Vitre de 12^{m.m}
- B Vitre de 6^{m.m}
- C Encadrement
- D Boite à bourrage
- E Anneau de support
- F Clef de manoeuvre
- H Plaque d'amiante



La cinquième *J*, donne la possibilité de jauger directement le volume d'air entrant dans le mélange, lors du tarage de l'appareil.

Au laboratoire du puits Bismark, l'évaluation de la teneur s'opère uniquement par analyse. A Frameries, on disposera d'un contrôle supplémentaire lors du tarage de l'appareil manométrique.

Les fenêtres sont constituées ainsi qu'il est représenté fig. 23. Elles ont 180 millimètres de hauteur et 70 millimètres de largeur. Elles sont munies de deux glaces distantes de 3 millimètres ; la glace intérieure, qui, éventuellement doit se briser sous l'action d'une explosion trop forte, a 6 millimètres d'épaisseur et est comprise entre des joints d'amiante ; la glace extérieure a 12 millimètres.

Les fenêtres sont maintenues en contact parfait avec leur châssis au moyen de deux verrous venant en serrage sur des surfaces inclinées.

Le courant est produit dans l'appareil par un *aspirateur Koerting* à vapeur *K*, placé à l'extrémité avant de la conduite.

La vapeur est amenée par une canalisation de 51 millimètres de diamètre intérieur, en communication avec une batterie de chaudières à cinq atmosphères ; l'appareil est muni d'un purgeur *K'*.

Le réglage de l'aspirateur s'obtient par la manœuvre de la soupape à vapeur et se complète par celle de l'aiguille. Les deux volants *NN'*, commandant respectivement la soupape et l'aiguille, se trouvent à proximité des manomètres indicateurs. Cet appareil Koerting, du type n° 5, est capable d'aspirer 50 mètres cubes à la minute, sous une dépression de 500 millimètres d'eau, ce qui correspond à une vitesse de 17 mètres dans l'appareil.

Le courant d'air entre par l'extrémité opposée en traversant un *diaphragme O* constitué par une plaque en bronze percée de trente-deux ouvertures circulaires. Le but de ce diaphragme est de créer une dépression qui permette de mesurer les vitesses du courant, et partant les débits, par des lectures manométriques, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

L'appareil est muni d'un jeu de diaphragmes à ouverture de grandeurs différentes suivant les vitesses des courants que l'on veut obtenir.

Le courant d'air, après avoir traversé le diaphragme, parcourt un tronçon de conduite de 1^m10 de longueur et arrive au *mélangeur* dont le nom indique suffisamment le but.

Le mélangeur *P* est formé par une boîte en acier coulé, raccordé par collets boulonnés aux deux tronçons de l'appareil. Cette boîte dont les fonds sont distants de 150 millimètres, est traversée par

un faisceau constitué de trente-six tubes en cuivre de 22 millimètres de diamètre intérieur. Chacun de ces tubes est percé de douze ouvertures de 3 millimètres de diamètre, réparties à égale distance les unes des autres suivant le tracé d'une spire.

Le grisou pénètre dans l'intérieur de la boîte par deux tuyaux de 90 millimètres de diamètre, en relation avec la conduite principale d'amenée du gaz, au sujet de laquelle nous aurons à donner plus loin quelques explications.

Il s'écoule par les 432 ouvertures et se mélange au courant d'air.

En raison du grand nombre de points d'injection du grisou (432) et de la faible section du courant d'air dans la traversée du faisceau tubulaire (137 centimètres carrés), le mélange obtenu à la sortie de celui-ci peut être considéré comme homogène. De plus, l'expansion que prend chaque courant élémentaire à la sortie des tubes (la section de la conduite est de 434 centimètres carrés) a pour effet de compléter le mélange intime des deux gaz.

La lampe, en essai de courant horizontal, se trouve à 1^m100 au delà du mélangeur, distance largement suffisante pour établir des chicanes si le besoin s'en faisait sentir.

Le dispositif de *fixation de la lampe* permet de l'incliner sous tel angle que l'on veut. Il consiste en un anneau dans lequel on introduit le pot de la lampe; celui-ci y est fixé par trois petites vis calantes. Cet anneau est solidaire d'un axe qui traverse la paroi de la conduite dans une boîte à bourrage et auquel on peut imprimer à la main un mouvement de rotation.

Une aiguille dont la pointe se déplace le long d'un cadran mesure l'angle de la déviation.

Pour l'étude des *rallumeurs*, en ce qui concerne les explosions internes, il convient de pouvoir actionner ceux-ci de l'extérieur de l'appareil. Dans les rallumeurs les plus employés (Wolf, Scipel), la commande, aussi bien celle à translation que celle à rotation, est inférieure.

Elle pourra être mise en mouvement par une clef verticale traversant le fond de la conduite d'essai dans une boîte à bourrage.

Pour les rallumeurs à commande latérale, celle-ci sera activée par une tige traversant la boîte à bourrage du support des lampes.

Des *prises d'essai* seront prélevées en n'importe quel point de la section par un tube en verre recourbé qui peut tourner dans un plan horizontal et peut être placé à différentes hauteurs. Ce tube

traverse la paroi de l'appareil dans la boîte à bourrage qui, en autre temps, livre passage à la tige de manœuvre des rallumeurs.

Un robinet à olive placé en *R* (fig. 21 et 22) permet le raccordement par un tube en caoutchouc au manomètre indicateur du courant d'air.

Dans le cas où l'on désire faire des expériences dans des atmosphères sans vitesse, on doit pouvoir supprimer brusquement l'entrée d'air et du grisou. Dans ce but un *volet à charnière* peut se rabattre sur le diaphragme à air.

L'arrêt du courant grisouteux s'opère en fermant simultanément la soupape placée sur la conduite.

La conduite d'amenée du grisou porte en *T* (fig. 21 et 22), un logement qui permet l'introduction d'un *diaphragme* percé d'un orifice en mince paroi. De part et d'autre du diaphragme sont deux robinets à olive *T T'* communiquant par des tuyaux en caoutchouc avec les deux branches du deuxième manomètre.

La conduite entre le gazomètre et l'appareil d'essai a un diamètre de 130 millimètres en deça du diaphragme, de 110 au delà.

En *U* (fig. 22) la conduite porte une soupape principale et présente une dérivation de 35 millimètres de diamètre, munie également d'une soupape.

Ce dispositif a pour but de permettre une graduation plus facile et plus exacte du débit, ce qui est absolument nécessaire par suite de l'emploi des méthodes manométriques pour la détermination des volumes.

Enfin, près de l'entrée du mélangeur, est disposé un manchon *V* dans lequel on peut insérer une ou deux toiles métalliques destinées à arrêter éventuellement tout retour de flammes vers le gazomètre.

Les manomètres utilisés sont ceux du D^r Schondorf, à qui l'on doit la première application des méthodes manométriques à la mesure des vitesses et à la détermination des teneurs dans les appareils à essayer les lampes.

Nous rappelons que, dans le *manomètre de Schondorf* (fig. 24 et 25) une des branches est formée par un tube en verre (*a*) qui est fixe et présente une partie faiblement inclinée sur l'horizontale portant un index en son milieu ; la deuxième branche est constituée par un réservoir mobile (*c*). Les deux branches sont réunies par un tube en caoutchouc (*e*). Le réservoir (*c*) est fixé à un curseur (*d*) qui se déplace le long d'une règle graduée (*g*) ; celle-ci est suspendue au moyen d'une genouillère (*b*) et peut être amenée dans la

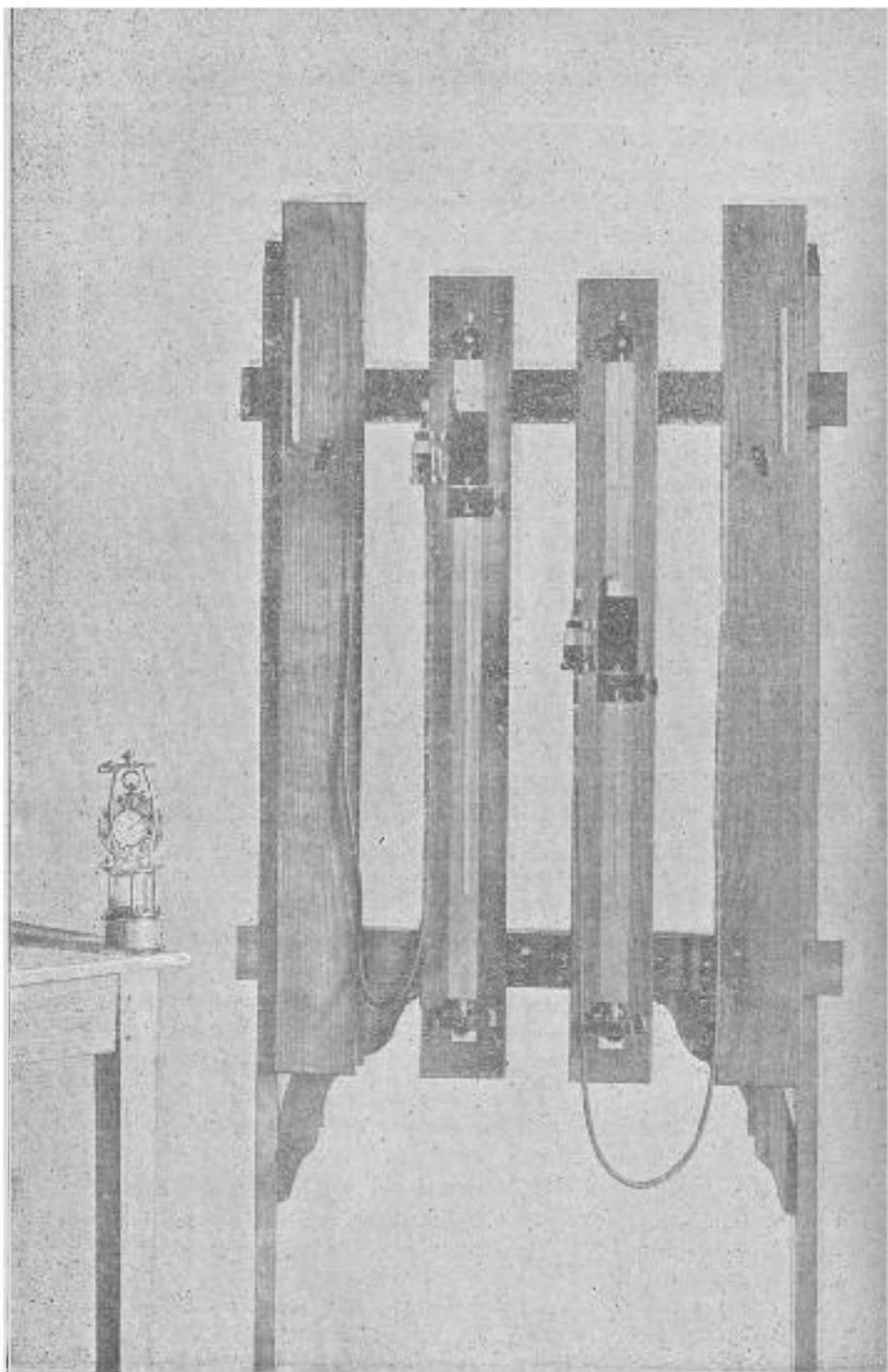
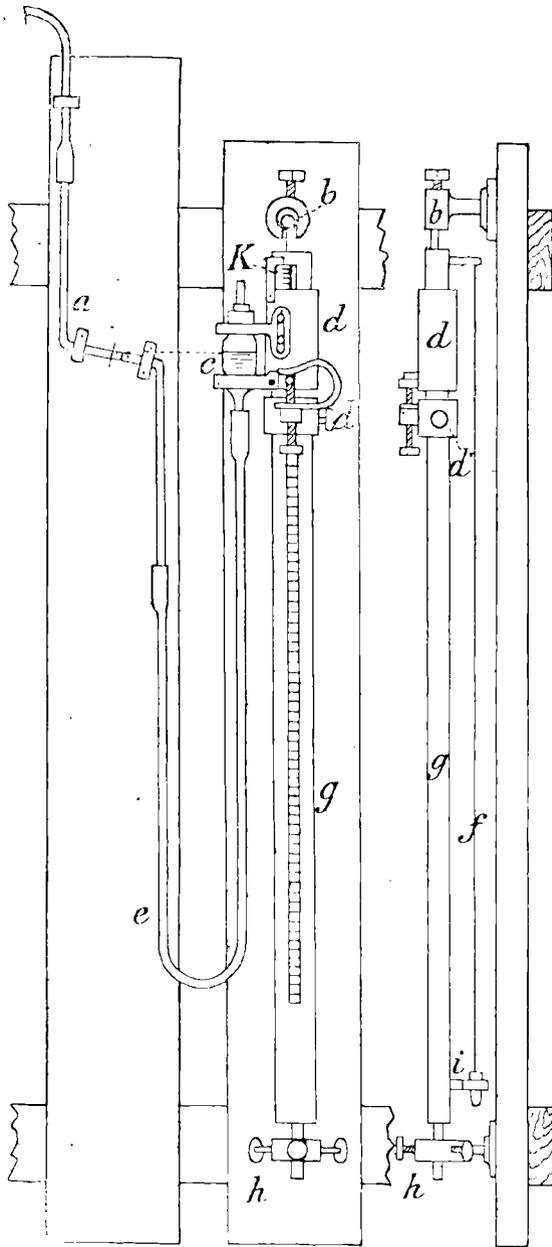


FIG. 24. — *Vue des manomètres de Schondorf et de l'anémomètre monté sur une armature de lampe.*

FIG. 25

MANOMÈTRE DE SCHONDORF



Vue de face.

Vue de côté.

position verticale au moyen de trois vis calantes (*h*), en prenant comme point de comparaison les indications d'un fil à plomb (*f*).

La règle porte à la partie inférieure un anneau (*i*) dans lequel passe le fil à plomb ; elle se trouve dans la position verticale quand l'anneau est amenée en une position telle que le fil à plomb en occupe le centre.

Enfin, le curseur (*d*) ne donne qu'une position approchée, la fixation définitive est obtenue par le curseur secondaire (*d'*) relié au premier par une vis. Le curseur (*d*) porte un vernier (*k*).

Le liquide manométrique est de l'eau colorée.

Les branches du manomètre sont placées de façon qu'au repos le niveau affleure à l'index de la branche inclinée quand le vernier du curseur se trouve au zéro. Ceci étant, si l'on veut produire une dépression déterminée, on commence par abaisser le réservoir de la hauteur correspondante, la dépression est atteinte quand le niveau du liquide est revenu à l'index.

Manière d'opérer. — La manœuvre de la soupape et de l'aiguille de l'aspirateur Koerting permet d'obtenir des vitesses variables du mélange explosif.

La manœuvre des soupapes de la conduite de grisou entraîne des modifications de teneur.

Bien que l'une quelconque de ces deux opérations se répercute sur l'autre et en modifie légèrement les résultats, il est évident que, pour une dépense donnée de vapeur et un débit fixé de grisou, on obtiendra dans l'appareil un courant d'une vitesse et d'une teneur déterminées.

Réciproquement, on pourra réaliser, par le seul jeu des soupapes, des courants de telle vitesse et telle teneur que l'on désirera.

Le débit du grisou est mesuré en faisant passer celui-ci dans un orifice en mince paroi et en lisant au manomètre la différence de pression de part et d'autre du diaphragme.

Le débit de l'air est obtenu de la même façon au moyen d'un second manomètre.

Il faut tout d'abord *taver* l'appareil. Dans ce but on mesure les vitesses de l'air seul et de l'air mélangé de grisou au moyen d'un anémomètre placé en amont et ensuite en aval du mélangeur ; on connaît donc la vitesse et la teneur du courant explosif. On note les dépressions correspondantes aux deux manomètres.

On procède au contrôle de ces opérations en faisant une prise de gaz dont la teneur à l'analyse doit être égale à celle déduite des lectures anémométriques.

Les hauteurs manométriques relevées pour des vitesses croissant de mètre en mètre (1 à 17 mètres) et pour des teneurs variant de 1° (de 4°-12°) sont inscrits sur des tables.

Quand ces diverses opérations sont terminées, l'appareil est taré, mais uniquement en fonction d'un grisou ayant la même teneur que celui employé au cours des expériences. La composition du grisou contenu dans le gazomètre pouvant varier d'un jour à l'autre, il convient d'établir des tables de tarage correspondant aux diverses teneurs que l'on peut s'attendre à rencontrer.

Le modèle d'un de ces tableaux est indiqué ci-dessous :

GRISOU A 75 % DE CH⁴. — MANOMÈTRE D'ENTRÉE D'AIR.

		4 o/o	5 o/o	6 o/o	7 o/o	8 o/o	9 o/o	10 o/o	11 o/o	12 o/o
Diaphragme n° 1.	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diaphragme n° 2.	10.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Deux aides sont nécessaires pour les expériences : l'un manœuvre les deux volants de la commande de l'aspirateur Koerting ; le second, les deux soupapes de la conduite de grisou. Ces appareils sont disposés près des manomètres de part et d'autre de ceux-ci.

Au début de toute série d'expériences, il est nécessaire de déterminer la teneur en CH_4 du grisou contenu dans le gazomètre.

Les tables de tarage correspondant à cette teneur sont placées respectivement devant leurs manomètres respectifs.

Ces préparatifs terminés, l'opérateur ayant indiqué une teneur et une vitesse à réaliser, chacun des aides déplace le réservoir de son manomètre de la hauteur correspondante indiquée sur la table qu'il a devant les yeux, puis il manœuvre l'appareil de commande de façon à ramener le liquide manométrique au zéro ; il avertit l'opérateur quand le régime demandé est établi.

Les essais de lampes se faisant dans une chambre obscure, les manomètres sont éclairés par des lampes munies de réflecteurs.

Nous venons de voir que le tarage s'obtenait au moyen de l'anémomètre.

Disons quelques mots du type d'anémomètre employé. (Fig. 24.)

Celui-ci est muni d'un mouvement d'horlogerie commandant le déclenchement du compteur. Il ne commence à enregistrer les tours qu'une minute après la manœuvre du levier de déclenchement. Il s'arrête spontanément après une minute de fonctionnement. La minute préparatoire est largement suffisante pour que la roue à ailettes atteigne la vitesse de régime après l'introduction de l'anémomètre dans l'appareil.

La présence de la lampe dans la conduite a pour effet de modifier la vitesse et la répartition du courant dans cette section. Dans le but d'éliminer cette cause d'erreur, l'anémomètre est monté sur une lampe de mine Mueseler dépourvue de la coiffe et de la cheminée, ainsi qu'il est représenté fig. 24.

Essai photométrique. — La salle d'essai photométrique comprend un banc photométrique muni d'une lampe normale à acétate d'amyle. Cet appareil est représenté figure 26.

Analyse du grisou. — La salle d'essai du grisou, et éventuellement d'essai des explosifs, contient, pour les mesures courantes, des éprouvettes de M. Lechatellier, donnant la détermination du grisou

par les limites d'inflammabilité, et un grisoumètre de Mertens (fig. 27) permettant de doser le méthane et l'anhydride carbonique.

Le laboratoire possède pour les essais de précision un appareil de Schondorf (fig. 27).

Station de tarage des anémomètres. — Au laboratoire d'essai des lampes sera annexée une station de tarage des anémomètres, installation dont M. l'Inspecteur général J. De Jaer (aujourd'hui Directeur général des Mines) avait fait ressortir l'utilité.

On sait que le mode de tarage au manège est soumis à des causes d'erreurs, résultant de la mise en mouvement du milieu ambiant, supposé à tort immobile, sous l'action du déplacement de l'anémomètre et de la charpente de support de celui-ci.

La détermination au moyen de l'anémomètre fixe de ce *mitwind* est difficile à établir par suite de la faible valeur de la vitesse moyenne de l'air, et les corrections qu'on en déduit sont peu précises.

La seule méthode, rigoureusement exacte, est celle qui consiste à placer l'appareil dans les conditions de son emploi, c'est-à-dire à effectuer le tarage de l'anémomètre maintenu à poste fixe dans des courants de vitesse variables et connus.

M. Altans, membre de la Commission prussienne du grisou, a procédé à des essais de ce genre, en profitant de cette circonstance favorable qu'un des gazomètres de l'usine à gaz de Breslau était inemployé. Il a reconnu que les résultats donnés par le tarage au manège étaient trop forts, dans les proportions qui sont loin d'être négligeables.

La présence d'un gazomètre dans les installations nécessitées pour l'essai des lampes permet, au moyen d'un dispositif simple et peu encombrant, de réaliser un appareil destiné à graduer des anémomètres étalons.

Cet appareil consiste en une conduite horizontale de 5 mètres de longueur et de 0^m25 de diamètre reliée à la canalisation partant du gazomètre.

La cloche de celui-ci est préalablement remplie d'air, au moyen de l'aspirateur Koerting.

Grâce à la pression relativement considérable de l'air dans le gazomètre (200 millimètres), il est loisible de créer des courants de vitesses connues et variées, puisqu'il suffit de déterminer les volumes sortis de la cloche dans le temps correspondant.

Ces valeurs sont proportionnelles aux hauteurs de chute de la

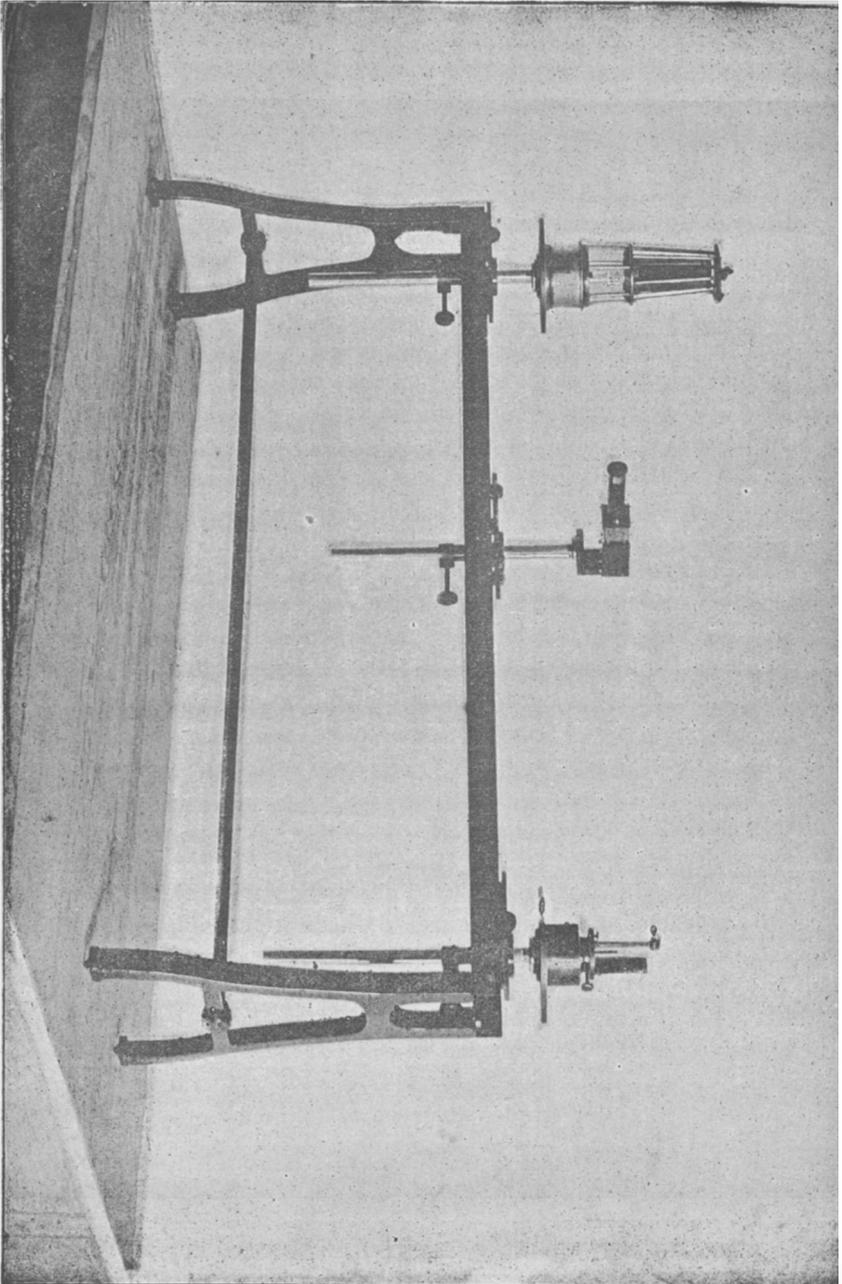


Fig. 26. — *Vue du banc photométrique.*

GAILLARDÉ, phot., Mons

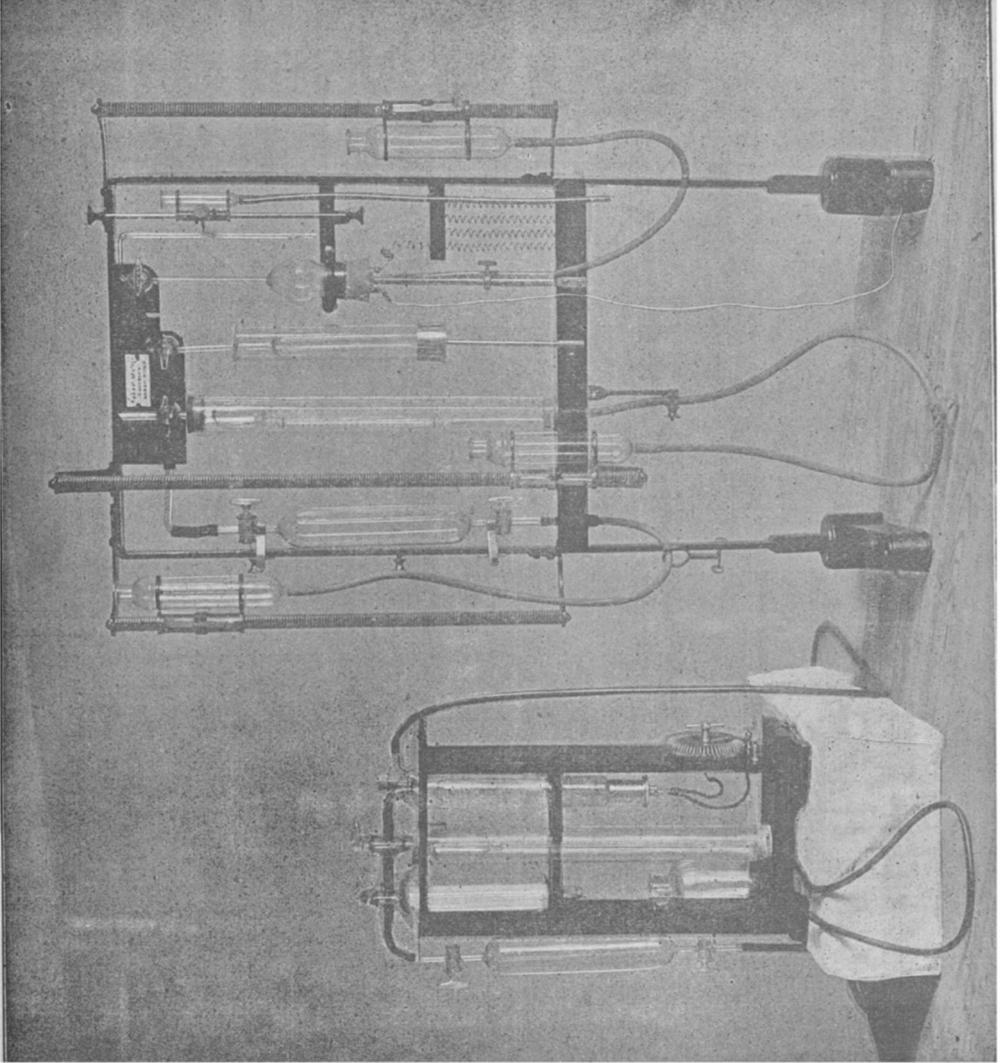
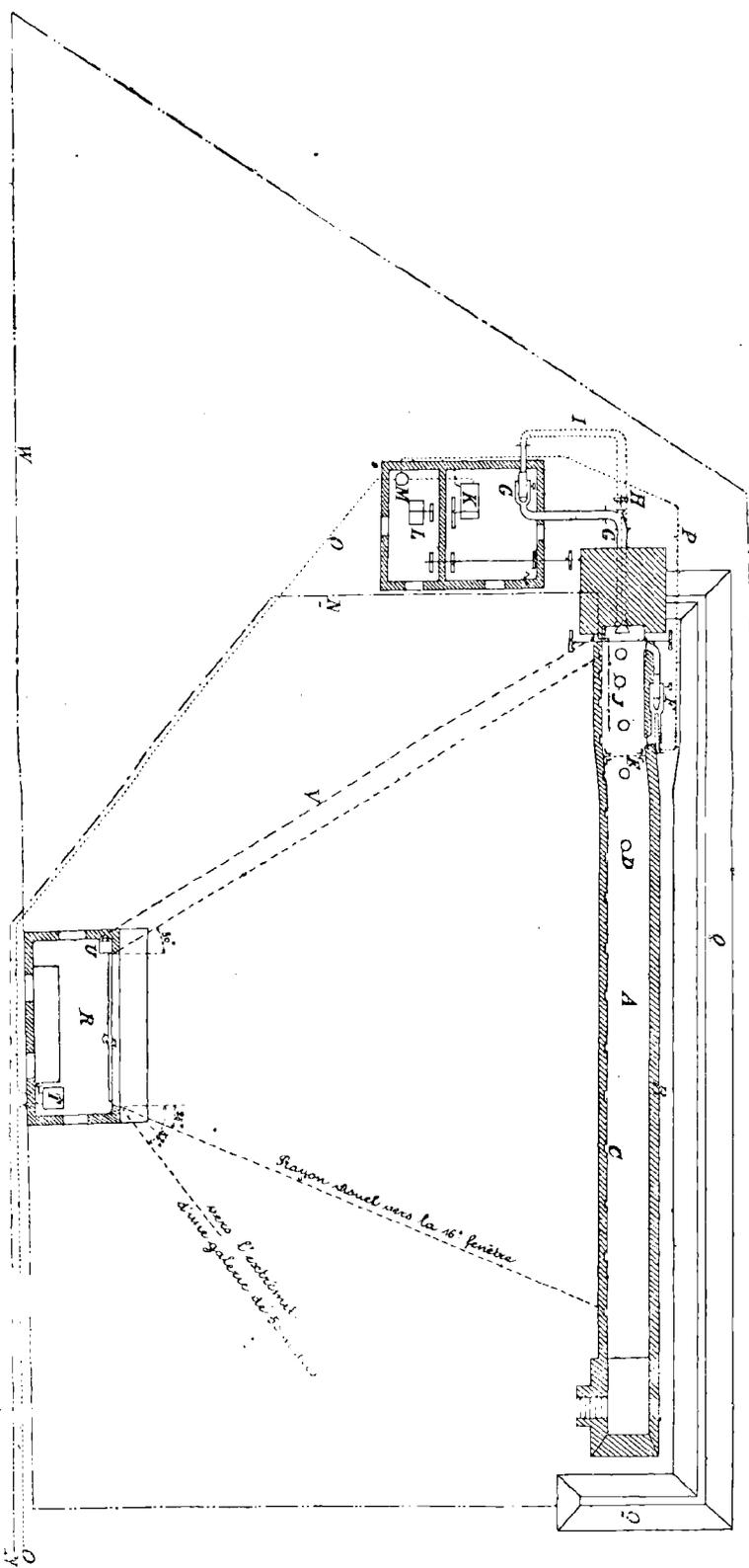


Fig. 27. — *Vue des grisoumètres de Mertens et de Schindorf.* Galladé, phot., Mons

Fig. 28. — Dispositif d'ensemble du siège d'essai des explosifs.

Echelle 1/300.



- A Galerie d'essai
- B Massif de maçonnerie
- C Fenêtres
- D Soupapes de sûreté
- E Cloison en papier
- F Ventilateur mélangeur
- G Conduite d'évacuation des fumées et ventilateur aspirateur
- H Commande du tampon fermant la conduite G
- I Conduite permettant de transformer le ventilateur G en ventilateur soufflant
- J Distributeur de grison
- K Moteur à vapeur
- L Broyeur à boudiers
- M Sécheur de vapeur
- N Conduite de grison
- O Conduite de vapeur
- P Conduite de la vapeur destinée à chauffer le mélange explosif
- Q Cavalier en terre
- R Local d'observation
- S Fenêtre
- T Compteur
- U Exploseur
- V Circuit électrique
- W Limites du laboratoire d'essai

cloche ; on détermine celles-ci en prenant la moyenne des indications lues sur deux échelles supportées par deux colonnes-guides voisines.

L'anémomètre est placé à 0^m50 de l'extrémité libre de la conduite et maintenu au centre de la section par trois tiges à glissière. Immédiatement en aval de ce point par rapport au courant, l'appareil présente deux ouvertures fermées par deux vitres épousant la forme de la conduite. L'une d'elles sert à éclairer le cadran du compteur au moyen d'une lampe munie d'un réflecteur ; l'autre permet de suivre les indications du cadran au cours de l'expérience.

L'appareil de déclenchement du compteur est activé de l'extérieur par une tige de manœuvre.

En possession d'un anémomètre étalon, obtenu de cette façon, on pourra tarer par comparaison les anémomètres des Industriels et de l'Administration des mines, en utilisant soit l'appareil d'essai des lampes, qui par suite de sa largeur réduite ne pourra être employé que pour les anémomètres de moins de 0^m14 de diamètre, soit la conduite de tarage, dans laquelle on fera passer un courant d'air ou de grisou provenant du gazomètre.

Laboratoire pour l'essai des explosifs. — Ces installations exigeant un emplacement assez vaste et autant que possible en dehors des lieux fréquentés, ont été établies dans la partie Nord-Ouest de la cour du siège n° 3, ainsi qu'il est représenté figure 2.

Cet emplacement permet les agrandissements nécessaires au cas, envisagé déjà comme très probable, d'une extension des méthodes d'expérimentation. Il est aussi suffisant pour satisfaire à un allongement de la galerie d'essai, dont la longueur actuelle de 30 mètres pourrait être éventuellement portée à 100 mètres.

Les installations comprennent :

- 1° Une galerie d'expérience et le massif d'appui du mortier ;
- 2° Un local d'observation ;
- 3° Un bâtiment des machines ;
- 4° Un dépôt d'explosifs situé à une certaine distance.

L'aménagement général du laboratoire est indiqué figures 28, 29 ; des vues photographiques, figures 4, 5, 6, représentent l'ensemble des installations.

Galerie d'essai. — La galerie a, ainsi qu'il vient d'être dit, une longueur de 30 mètres, largement suffisante pour les expériences sur

Échelle 1/150

- A Galerie d'essai.
- B Massif de maçonnerie.
- C Caniveau.
- D Massif d'appui du mortier.
- E Logement du mortier.
- F Conduite d'évacuation des fumées.
- G Cavalier en terre.
- H Mur paraprotectile.
- I Mur de clôture.
- J Local d'observation.
- K Fenêtre.
- L Ferran.
- M Bornes du circuit électrique.
- N Compteur.
- O Conduite de grison.

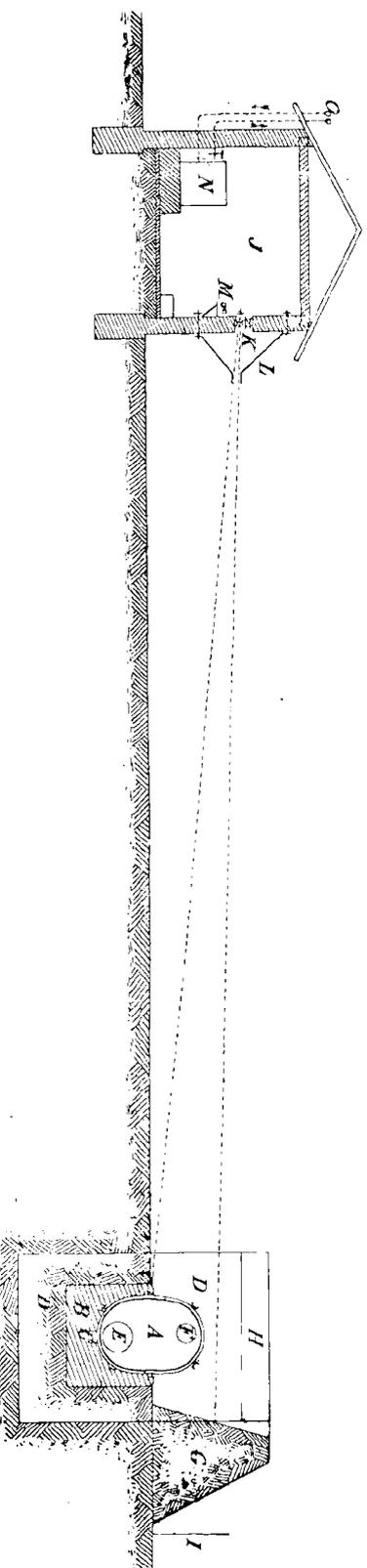


Fig. 29. — Coupe en travers du siège d'essai des explosifs.

les explosifs, mais qui devra être augmentée lors des essais subséquents relatifs à l'influence des poussières charbonneuses dans les explosions.

La galerie a une section sensiblement elliptique de 1^m85 de hauteur et 1^m40 de largeur, représentant environ 2 mètres carrés de développement. Elle est inclinée de 1/100 vers l'avant, de façon à permettre l'évacuation des eaux dans un puisard. Elle est constituée d'une triple couche de planches en pitchpin de 0^m025 d'épaisseur, de 0^m10 de largeur, rabotées suivant profil et assemblées par rainure et languette.

Les joints de chaque couche dans un même anneau et les joints des anneaux entre eux sont dans des plans différents, de façon à renforcer la solidité et l'étanchéité de l'ensemble.

La galerie comprend onze viroles dont dix de 2^m75 de longueur et une de 3^m60. Le premier anneau est encastré de 1 mètre de longueur dans le massif de maçonnerie d'appui du mortier.

Chaque cours de madriers a été enduit de carboniléum; l'extérieur de la galerie a reçu en plus deux couches de goudron végétal

On pourrait s'étonner de la préférence donnée au bois comme élément constitutif de la galerie; certes, la tôle aurait offert de grandes facilités de construction, mais indépendamment de l'avantage présenté par le bois d'être moins sujet aux influences thermiques, celui-ci s'imposait en raison de l'atténuation, ou même de la suppression des projections en cas d'explosions trop fortes. Cet avantage était particulièrement à prendre en considération dans le cas présent, où l'installation se trouve comprise dans la cour d'un siège en activité.

L'enveloppe en bois de la galerie est enserrée dans une armature métallique composée de cadres reliés entre eux par des entretoises.

Les cadres sont constitués par des fers Γ de 0^m10 de hauteur; sur les 8 premiers mètres, ils sont distants de 0^m50 et de 0^m25 seulement aux joints entre les viroles; sur le restant de la galerie, leur écartement est respectivement de 0^m60 et de 0^m35.

Les cadres sont entretoisés par 6 fers \cup de 0^m10 de largeur répartis sur la périphérie et se prolongeant sous forme de tirants dans le massif de maçonnerie.

Eu égard à la nature du sol, lequel est constitué de terres rapportées, et à la faible profondeur de 1 mètre environ à laquelle s'établit le niveau de la nappe aquifère, la galerie a dû être supportée par un massif de maçonnerie dont les pieds-droits s'élèvent jusqu'à mi-hauteur.

Un caniveau a été ménagé pour l'évacuation des eaux. Un escalier permet l'accès aisé de l'orifice de la galerie.

Celle-ci est percée de 15 fenêtres de 0^m29 de hauteur et de 0^m16 de largeur, fermées par des glaces de 0^m02 d'épaisseur avec joints d'amiante vers l'intérieur, de caoutchouc vers l'extérieur.

La galerie comporte également 8 ouvertures circulaires de 0^m25 de diamètre, fermées par des tampons en bois armé et formant soupape. Ces tampons, qui en temps normal sont reliés par une chaîne au siège de la soupape, peuvent être calés le cas échéant au moyen d'une traverse. Dans certaines expériences, les tampons peuvent être remplacés par une feuille de papier, laquelle est maintenue par un cercle de fer.

La chambre d'explosion a 40 mètres cubes. Elle est limitée par un disque de papier qui est enserré entre deux fers cornières, un fixe, l'autre mobile, que l'on rapproche après le placement de la feuille et que l'on assemble par clavette. Pour faciliter la pose de la feuille en papier, qui doit être exécutée par un seul ouvrier, le fer cornière fixe porte un certain nombre de pointes.

Le grisou arrive dans la chambre d'explosion par un tuyau distributeur de 0^m051 de diamètre et de 3 mètres de longueur, situé près du bas de la galerie. Ce tuyau est percé de 300 ouvertures de 3^m7 de diamètre, disposées à des distances décroissantes, au fur et à mesure qu'on s'approche de l'extrémité, de façon à obtenir une distribution uniforme.

L'homogénéité de la masse gazeuse est obtenue en plus par un *ventilateur mélangeur* (fig. 6 et 28) placé à l'extérieur de la galerie contre celle-ci, et dont les conduites d'aspiration et de refoulement communiquent chacune avec une des extrémités de la chambre d'explosion. Les orifices de ces conduites peuvent être fermés par des registres bien dressés de façon à maintenir l'étanchéité.

A l'intérieur de la conduite d'aspiration du ventilateur mélangeur est ménagé un tuyau à ailettes longitudinales dans lequel on peut faire passer, le cas échéant, un courant de vapeur destiné à échauffer la masse gazeuse.

Il est inutile de porter la température du mélange explosible au delà des limites extrêmes que l'on rencontre dans les travaux houillers actuels.

Nous avons relevé, en 1900, la température des divers chantiers dans les mines les plus profondes de Belgique. La température maxima mesurée en plein courant a été de 37° dans la galerie de

retour d'air d'un chantier ouvert à la profondeur de 1,150 mètres, au puits n° 18 des Produits.

Depuis lors, par suite de l'avancement des fronts, la température du courant de retour a augmenté ; elle est actuellement de 40°.

Dans des exploitations à 1.500 mètres, profondeur considérée généralement comme la limite actuellement accessible à l'ouvrier, la température du courant d'air pourra atteindre au maximum 45°.

Il n'y a pas lieu de prévoir lors des essais une température supérieure et le dispositif d'échauffement dont il vient d'être parlé paraît amplement suffisant pour la réaliser

Le ventilateur-mélangeur est étanche. L'arbre traverse les conduites d'aspiration dans des boîtes à bourrage. Il a un diamètre de 0^m40. Les conduites d'aspiration et de réfolement ont une section utile égale, correspondant à un diamètre libre de 0^m24. A la vitesse normale de 1,600 tours, le débit du ventilateur est de 30 mètres cubes par minute, correspondant à trois passages de la masse gazeuse totale de la chambre d'explosion à travers le ventilateur dans le même laps de temps, ce qui est amplement suffisant pour obtenir l'homogénéité du mélange.

La conduite de réfolement porte une ouverture par où on fera descendre le cas échéant une coulée de poussières charbonneuses qui seront mises en suspension sous l'action du ventilateur. Des prises d'essai de gaz et de poussières pourront être prélevées en différents points de la chambre d'explosion et permettant de se rendre compte de la teneur et de l'homogénéité du mélange

A l'extrémité d'avant de la galerie se trouve le massif d'appui du mortier, constitué par un bloc de maçonnerie avec soubassement de béton de 4^m20 de hauteur, 3^m60 de largeur et 3^m60 de longueur. Ce massif est consolidé par une série de vieux rails disposés verticalement et reliés entre eux par des tirants. Il présente un logement destiné à recevoir le mortier et dont l'ouverture se présente à la partie inférieure de la galerie.

Le logement est incliné sous un angle tel que l'axe du mortier prolongé atteigne le ciel de la galerie à 9 mètres environ du front. Des règles en fer sont noyées dans les parois de cette cavité pour faciliter la manœuvre du mortier ; dans le but d'atténuer les choes, on a intercalé entre le mortier et la maçonnerie deux rondelles en bois tendre, comprenant entre elles un disque en caoutchouc de 0^m05 d'épaisseur.

Au sommet du front de la galerie débouche la conduite d'aspiration

des fumées constituée par un tuyau en fonte de 0^m25 de diamètre, en relation avec un ventilateur-aspirateur.

L'extrémité de ce conduit à front de la galerie se présente suivant un siège conique parfaitement dressé contre lequel vient s'appliquer une soupape en fonte. Celle-ci est manœuvré de l'extérieur par une tige à vis guidée.

Le mortier est constitué de deux parties : une âme en acier au creuset et une frette en acier Martin. Cette division a notamment pour but de diminuer les frais de remplacement.

Le mortier a les dimensions suivantes :

	Longueur.	Diamètre.
Frette	0 ^m 700	0 ^m 500.
Ame. . . . }	0 ^m 700 mortier n° 1.	0 ^m 200 mortier n° 2.
	0 ^m 575 id. n° 2	0 ^m 180 id. n° 2.
Fourneau . . .	0 ^m 460.	0 ^m 055.

Le fourneau, dont le volume est de 1,173 centimètres cubes, peut recevoir des charges supérieures aux charges-limites de la plupart des explosifs de sécurité, et certainement de ceux employés en Belgique.

Dans le but de rendre les expériences comparables, les dimensions adoptées sont celles des mortiers utilisés en Allemagne.

Une double ligne électrique relie la chambre d'explosion au local d'observation où se trouve l'exploseur.

Un cavalier de protection en terre, de 2^m50 de hauteur, avec talus gazonné, a été élevé le long de la galerie. Dans le même but, un mur avec contrefort a été édifié au dessus du massif du mortier.

Le **local d'observation** est muni d'une fenêtre de 6 mètres de long et de 0^m10 de hauteur, fermée par une glace de 0^m025 d'épaisseur, et placée de façon à permettre l'observation aisée de la galerie dans l'hypothèse où celle-ci serait prolongée à 50 mètres.

Des paraprotectiles sont disposés au devant de la fenêtre, ainsi qu'il est représenté fig. 29; ils servent en même temps à limiter le champ visuel à la ligne des fenêtres de la galerie.

Le grisou arrive du gazomètre au local d'observation au moyen d'une conduite aérienne de 0^m051 de diamètre intérieur et de 350 mètres de longueur.

Il passe dans un compteur de 200 becs, c'est-à-dire capable d'un débit de 28 mètres cubes à l'heure.

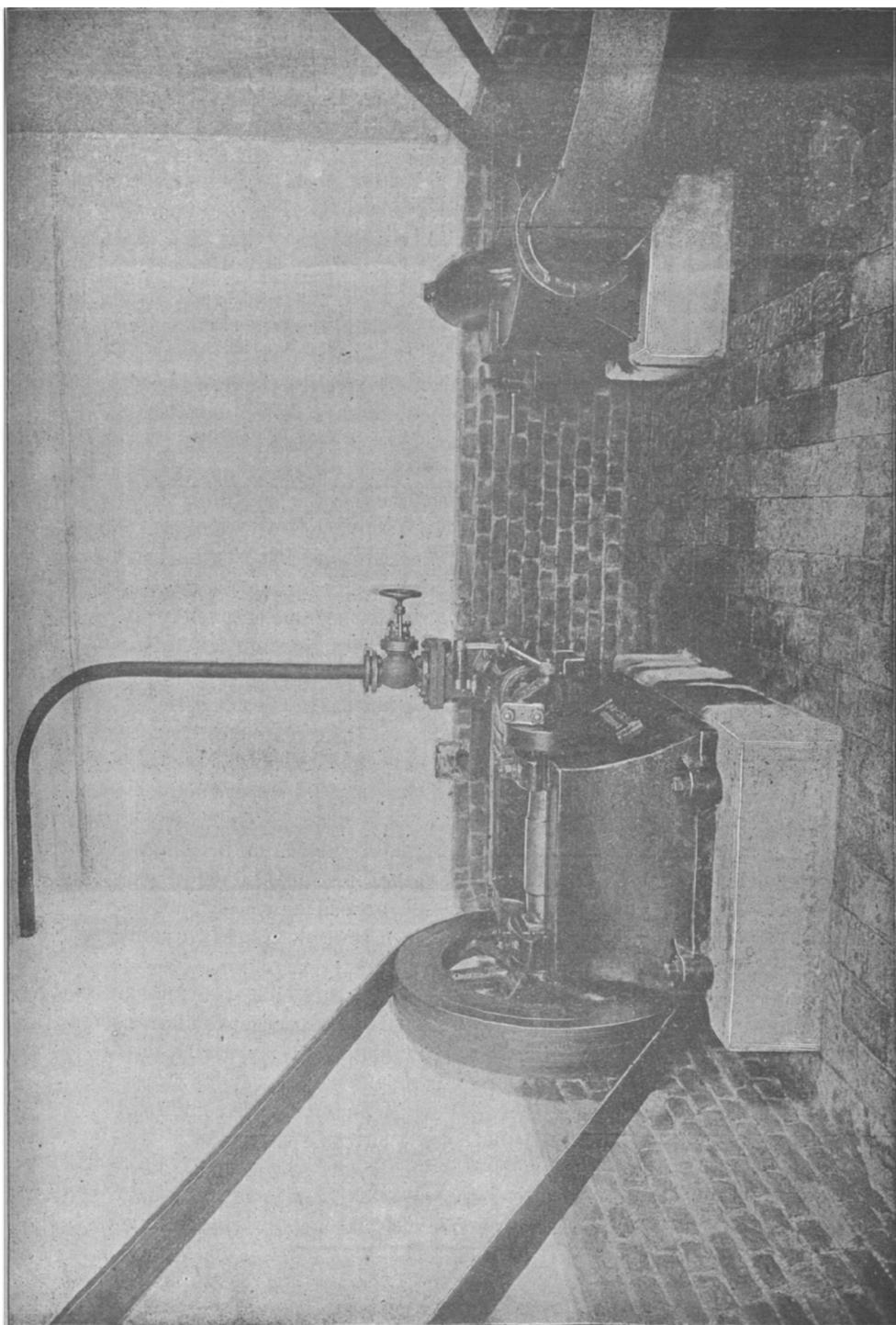


Fig. 30. — Vue du moteur et du ventilateur-aspirateur.

La chambre d'explosion la plus employée aura 10 mètres cubes de capacité. Dans l'hypothèse d'un mélange à 10 % de méthane, le remplissage demandera moins de trois minutes.

Le local d'observation contient en outre l'exploseur pour la mise à feu des mines, une balance pour la détermination des charges, un endiomètre pour s'assurer de l'explosibilité du mélange, des thermomètres, hygromètres, etc.

Le **bâtiment des machines** abrite un broyeur et un ventilateur aspirateur des fumées. Celui-ci (fig. 28 et 30) a 0^m508 de diamètre et un débit de 70 mètres cubes par minute. Il peut être transformé en ventilateur foulant par une simple modification des conduites d'aspiration et de refoulement.

Cette transformation a pour but de permettre, au cours d'expériences sur les poussières, le remplissage aussi uniforme que possible de la galerie entière par une atmosphère uniquement poussiéreuse.

A cet effet, le ventilateur mélangeur mettrait en suspension les poussières et le ventilateur soufflant ferait progresser dans la galerie laissée libre, c'est-à-dire non fermée par le diaphragme en papier, le nuage poussiéreux au fur et à mesure de l'augmentation de celui-ci par les nouveaux apports du ventilateur mélangeur.

On sait que pour réaliser le maximum de danger, les poussières doivent être non seulement sèches, mais aussi de ténuité suffisante et de production récente.

Ce dernier point vient d'être confirmé par les expériences de MM. Fontenelle et Lecocq (1).

Pour réaliser ces conditions, le laboratoire possède un broyeur à boulets à alimentation et décharge continues, provenant de la firme Fried. Krupp (Grusonwerk) à Magdebourg-Buckau, capable de produire par heure 15 kilogrammes de poussière de charbon ayant traversé une toile de 1,250 mailles par centimètre carré.

Nous rappellerons, en passant, en quoi consiste ce broyeur, dont la figure 31, montre les coupes suivant deux plans perpendiculaires et dont la figure 32 est une vue photographique. Cet appareil comprend un tambour en fonte (A) présentant deux surfaces cylindriques excentrées. Celles-ci sont percées de 54 ouvertures circulaires, réparties par moitié sur deux quarts de la circonférence.

(1) Etude sur les gaz dégagés par le broyage du charbon (*Annales des Mines de Belgique*, t. VII, 3^{me} liv., p. 657.

Le charbon est introduit par une trémie latérale (*C*) et est entraîné vers l'intérieur du tambour par la rotation de l'hélice (*D*), qui fait corps avec le tambour. Il est broyé par des boulets en acier (*E*), qui se déplacent continuellement par suite du mouvement du tambour. Le jeu de boulets pèse 60 kilogrammes; il comprend 21 boulets de 0^m08 de diamètre et 52 boulets de 0^m04.

Le charbon broyé tombe sur le tamis *F*, constitué par une toile métallique de 1,250 mailles par centimètre carré. Le charbon fin s'évacue par la trémie *G*, qui peut être fermée, le cas échéant, par le registre *H*. L'ouverture *I* permet de la visiter.

Le refus du tamis est ramené à l'intérieur du tambour par les deux palettes *K* en passant par les ouvertures *L* ménagées dans la surface cylindrique et fermées partiellement par une tôle de fer percée de trous.

Le tambour présente une ouverture de visite *M*, fermée par une autoclave. Tout l'appareil est compris dans une cage en tôle *N* faisant corps avec la trémie d'évacuation.

Le broyeur, à raison de 45 tours par minute, produit par heure 15 kilogrammes de poussières de charbon.

Mesure de la puissance et de la brisance des explosifs. —

La puissance et la brisance des explosifs sera mesurée à la bombe de plomb (méthode de Trauzl).

C'est en fait la méthode de mesure de l'énergie de loin la plus employée. Ultérieurement, des essais comparatifs pourront être exécutés en utilisant l'écraseur et le mortier.

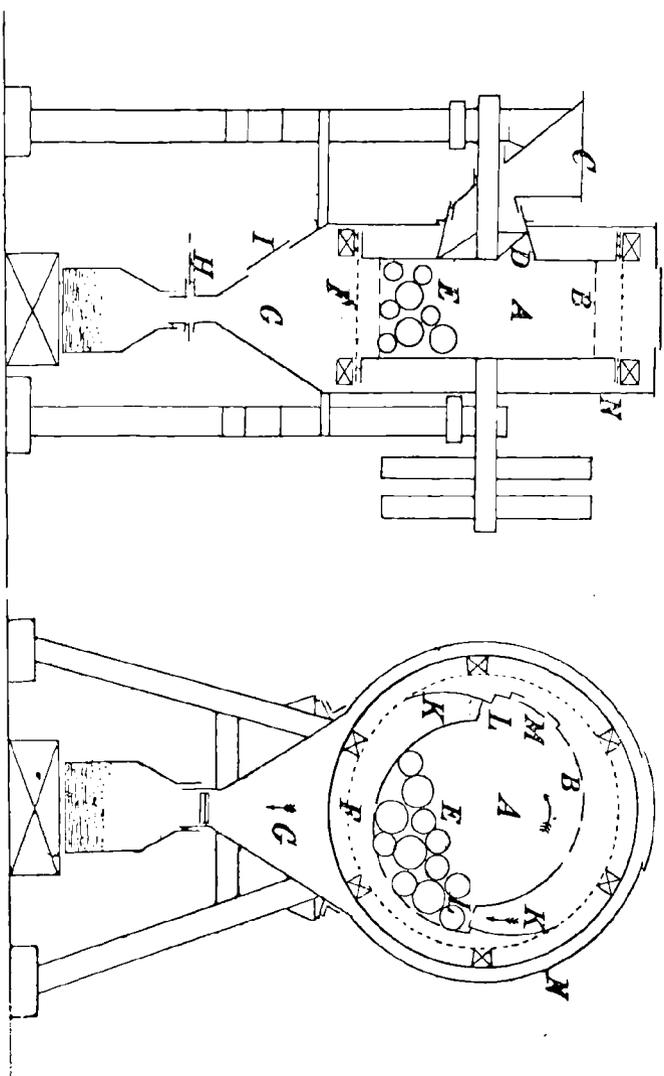
Les bombes seront identiques à celles employées aux sièges Bismark et Marie, de façon à obtenir des résultats comparables. En 1900, le capitaine Desboroug, chargé des essais réglementaires que doivent subir en Angleterre les explosifs classés, a imaginé un nouvel appareil de mesure qu'il a appelé le pendule balistique. Celui-ci consiste dans les grandes lignes en un mortier de 5 tonnes, ayant un calibre intérieur de 0^m375 et suspendu sur des coussinets à billes par l'intermédiaire d'un pendule. Le canon contenant la charge est amené en face du mortier; l'explosion a pour effet d'imprimer à celui-ci une oscillation dont on mesure l'amplitude et qui est fonction de l'énergie de l'explosif.

M. Desboroug signale comme principal avantage de ce procédé la possibilité d'employer des charges dix fois plus considérables que celles généralement utilisées au bloc de plomb.

Fig. 31.

Broyeur à boulets, système Krupp.

Échelle 1/20.



LÉGENDE :

- A Tambour
- B Ouvertures circulaires
- C Trémie d'introduction
- D Hélice
- E Boulets
- F Toile métallique
- G Trémie d'évacuation
- H Régistre
- I Ouverture de visite
- K Palettes
- L Tôles perforées.
- M Ouverture de visite
- N Enveloppe

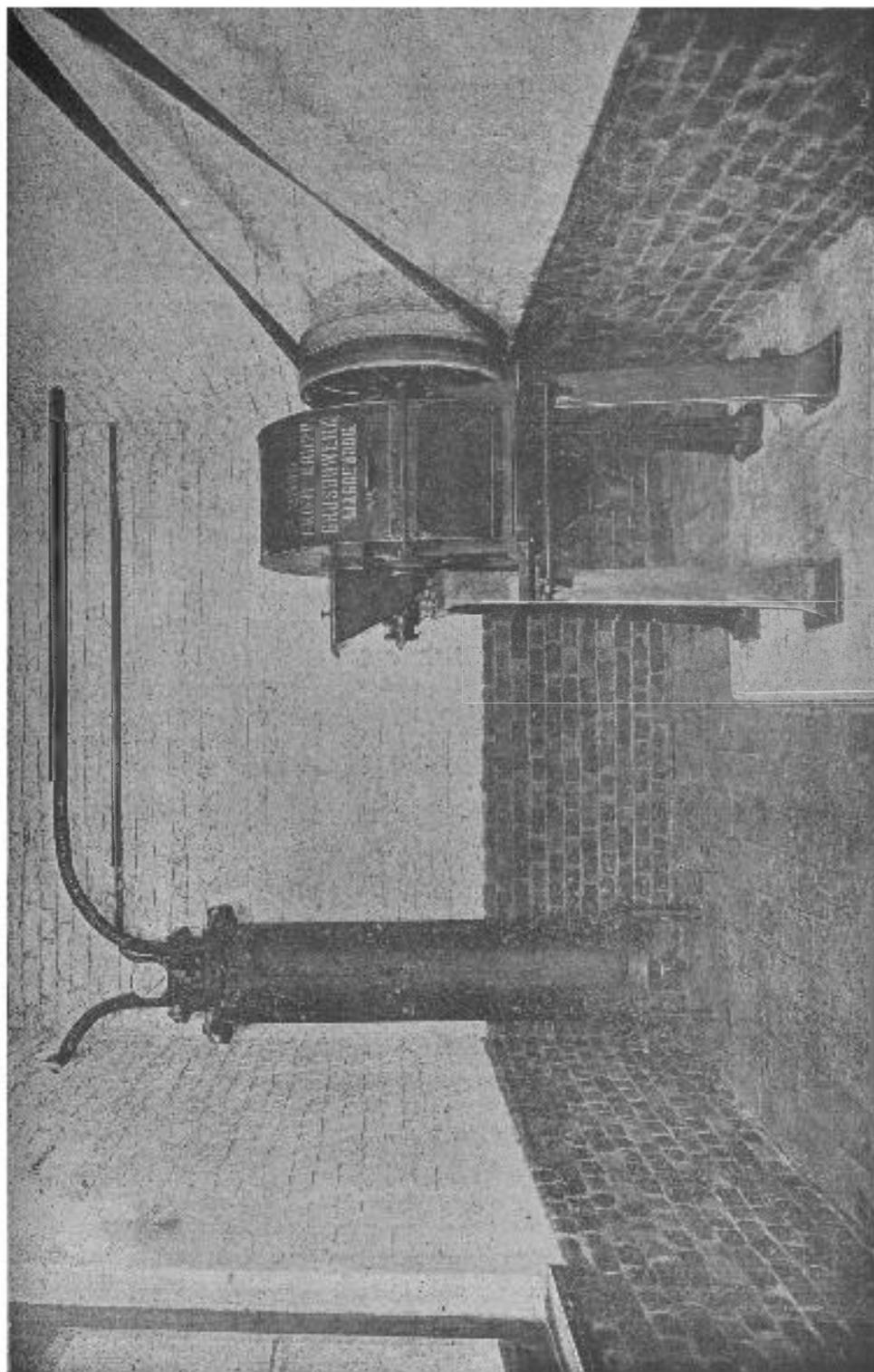


Fig. 32. — Vue du broyeur à boulets et du sécheur de vapeur.

L'exactitude relative de ce procédé se déduit de ce que sur un grand nombre d'expériences exécutées dans des conditions identiques, les différences maxima entre les résultats n'ont pas dépassé 10 p. c. de la valeur moyenne de ceux-ci.

Mesure de la puissance des détonateurs. — La puissance des détonateurs sera déterminée par le procédé de la plaque de plomb et par celui de la bombe.



Méthodes d'expérimentation des Explosifs

Mesure de la pression explosive.

La pression développée par la détonation dans la chambre d'explosion est évidemment supérieure à celle que révèle le diagramme de l'indicateur, car pendant le temps que les gaz mettent à acquérir leur maximum de pression, il y a absorption de chaleur par les parois du mortier d'acier.

L'écart entre la grandeur mesurée et la grandeur réelle sera d'autant plus grand que la pression se développe plus lentement et que les produits de l'explosion renferment plus d'éléments condensables. Si l'on veut comparer les pressions obtenues avec divers explosifs, on doit déterminer l'influence du refroidissement par les parois et en tenir compte.

La détermination se fait de la manière suivante. Le volume de la chambre d'explosion restant constant, on augmente la surface de contact en disposant des disques d'acier dans la chambre d'explosion. On expérimente, en premier lieu, dans le mortier de 15 litres, puis dans un autre de 20 litres dont on réduit la capacité à 15 litres et qui présente les surfaces de 3,600, 6,600, 7,600 centimètres carrés. Si l'on trace le diagramme des résultats obtenus dans ces expériences, on constate que les extrémités des ordonnées représentant les pressions sont en ligne droite; l'inclinaison de celle-ci donne la mesure de l'importance du refroidissement et de la condensation des gaz. Ainsi les pressions que développent les explosifs au nitrate ammonique sont représentées par une droite beaucoup plus inclinée que celle des dynamites. Les premiers, en effet, donnent par leur décomposition la moitié ou le tiers de leur poids de vapeur d'eau qui se condense assez rapidement; en outre, leur vitesse de détonation est moindre que celle des explosifs à base de nitroglycérine.

Dans un trou de mine, le refroidissement et la condensation doivent avoir pour conséquence une diminution de l'effet utile et cette influence est variable avec la capacité calorifique des roches.

Pour éliminer l'influence des parois, la chambre d'explosion présentant une surface déterminée, on exécute un certain nombre d'expériences, et on prend la moyenne des résultats. On répète ces opérations pour chacune des surfaces choisies et on trace le diagramme dont les abscisses sont les surfaces et les ordonnées les pressions. Si l'on prolonge la droite ainsi obtenue, l'ordonnée à l'origine représente la pression qui correspondrait à une surface de parois égale à zéro. C'est la pression qu'on devrait obtenir s'il n'y avait pas de refroidissement.

Un exemple fera mieux comprendre le procédé :

50 grammes de dynamite-guhr ont donné dans une chambre d'explosion de 15 litres, les résultats suivants :

SURFACE DES PAROIS	PRESSIONS MESURÉES
7,600 centimètres carrés.	17.4 kilog. par centimètre carré.
6,600 id. id.	18.5 id. id.
5,000 id. id.	19.7 id. id.
3,600 id. id.	20.76 id. id.

Le diagramme (fig. 33) montre que pour une surface nulle, on aurait une pression de 24.0 kilog.

On a trouvé de même, en expérimentant dans une capacité de 7.5 litres, avec 50 grammes de dynamite, les valeurs suivantes :

SURFACE DES PAROIS	PRESSIONS MESURÉES
6,000 centimètres carrés.	37.7 kilog. par centimètre carré.
5,000 id. id.	39.8 id. id.
3,720 id. id.	41.6 id. id.
3,360 id. id.	41.9 id. id.
3,100 id. id.	44.75 id. id.

En construisant le graphique comme il a été dit, on trouve pour la pression initiale la valeur 48.2 kilog. par centimètre carré. Ainsi, avec les densités de chargement employées, les pressions se comportent encore comme l'exige la loi de Boyle (ou de Mariotte).

L'élimination de l'influence du refroidissement a encore un autre but de grande portée. L'indicateur ne permet d'expérimenter qu'avec des densités de chargement très petites. En enfermant dans une capacité de 15 litres, 100 grammes d'un explosif dont le poids spécifique est 1, la densité de chargement n'est que de 1/150, au lieu de 1 qu'elle pourrait être dans un trou de mine. En diminuant la capacité de la chambre d'explosion et en employant des ressorts assez forts pour

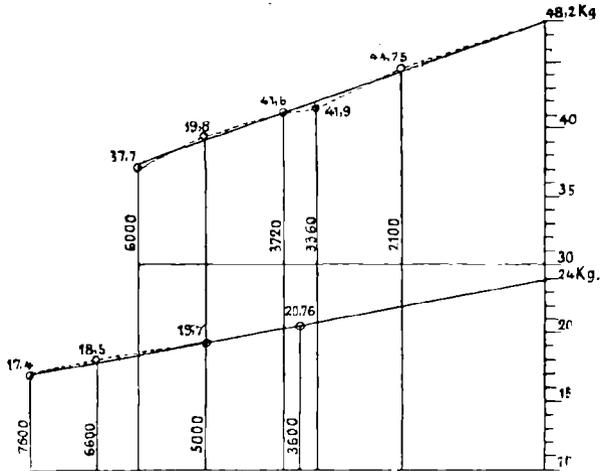


FIG. 33.

l'indicateur, on a pu faire des essais à la densité de chargement 1/25 sans endommager le mortier, mais cette densité est encore très faible. En construisant le diagramme des résultats d'essais faits avec des densités variant de 1/25 à 1/150, si l'on porte en ordonnées les pressions enregistrées par l'indicateur, on trouve une courbe hyperbolique; si l'on prend, pour les mêmes abscisses, les pressions corrigées de l'erreur due au refroidissement, on trouve une ligne droite. De là, toutes réserves faites au sujet des résultats contradictoires que pourraient donner des essais à exécuter avec des appareils plus résistants et des densités de chargement plus fortes, on peut conclure

que les pressions correspondant à une densité donnée, par exemple 1/150, et corrigées de l'erreur du refroidissement, sont directement proportionnelles aux pressions correspondant à des densités plus fortes. Il serait très désirable que des expériences soient entreprises en vue de vérifier le bien fondé de cette supposition ; la connaissance des lois qui régissent les gaz aux pressions et températures très hautes étant du plus grand intérêt pour d'autres problèmes encore.

En admettant comme exacte la loi de proportionnalité, on trouve les pressions suivantes pour les douze explosifs expérimentés, supposés détonant dans leur propre volume.

	DENSITÉ de CHARGEMENT	PRESSION en Kilog. par cm ²	NOMBRES PROPORTIONNELS
Poudre noire	1.04	2,917	1.0
Dynamite-gomme	1.63	17,213	5.9
Dynamite n° I	1.58	11,420	4.0
Gélatine-dynamite	1.67	13,878	4.7
Donarite	1.31	9,570	3.3
Ammon carbonite I	1.11	7,792	2.7
Ammon carbonite	1.19	7,541	2.6
Thunderite	1.07	6,099	2.1
Carbonite II	1.49	7,755	2.7
Id. I	1.55	7,533	2.6
Carbonite pour charbon	1.42	6,603	2.3
Carbonite	1.08	4,309	1.5

Ces chiffres concordent assez bien avec l'opinion que l'on se forme, d'après les résultats pratiques, sur la force relative des divers explosifs. Les considérations théoriques fondées sur la thermo-chimie donnent aussi des résultats analogues.

Il est à noter que les explosifs au nitrate ammonique détonent assez irrégulièrement surtout lorsqu'on expérimente des petites charges, la détonation est incomplète et il se forme des vapeurs rouges. Mais si l'on emploie des quantités un peu fortes, par exemple

300 grammes, on obtient à l'indicateur des détonations régulières et des résultats comparables.

Produits de la décomposition des explosifs.

Dans le phénomène de l'explosion, le moment le plus intéressant est celui où l'on atteint la plus haute température et la plus haute pression, car c'est de cette phase que dépendent l'effet utile, d'une part, et d'autre part, le danger au point de vue du grisou. Mais ce moment oppose précisément les plus grandes difficultés à des mesures expérimentales, notamment à la détermination de l'état initial physique et chimique des produits de l'explosion. Après l'explosion et le refroidissement des fumées, on peut procéder à une analyse chimique et à l'examen physique des divers constituants, mais ce ne sont plus les mêmes qu'au moment précis de l'explosion. A cet instant, tous les corps solides doivent être ou fondus ou gazeux. Par le refroidissement, une partie s'en sépare à l'état liquide, une autre forme un résidu solide. La composition chimique des fumées est intéressante, car en se mélangeant dans l'air ces fumées peuvent agir d'une façon nocive sur la santé des ouvriers. Au point de vue de l'effet utile et de la sécurité en présence du grisou, on a dû se borner à établir la séparation des produits en solides, liquides et gazeux.

Entre le piston de l'indicateur et la chambre d'explosion est intercalé un robinet permettant de soustraire à la forte pression initiale le piston de l'indicateur que l'on prend plus grand que pour les essais de pression. On ouvre ce robinet quand les fumées ont repris la température du local. On lit ainsi sur l'indicateur la pression des gaz refroidis. Ce nombre multiplié par la capacité de la chambre d'explosion donne le volume des gaz à la température ambiante et à la pression atmosphérique.

Le poids spécifique des gaz se détermine au moyen de la balance de Lux et l'on obtient ainsi le poids des gaz; on ouvre la chambre d'explosion et on recueille les corps solides et liquides que l'on pèse. Le poids total des gaz, des liquides et des solides doit être égal au poids de la charge. On déduit de là la composition probable des fumées au moment même de l'explosion en admettant que toute l'eau était vaporisée, que les sels alcalins se trouvaient à l'état de carbonates et fondus, et que l'acide carbonique existait tel.

C'est ainsi qu'ont été obtenus les chiffres du tableau suivant; ce sont les moyennes d'un grand nombre d'expériences.

EXPLOSIFS	POIDS de la charge y compris le détonateur et l'enveloppe	Contenu de la chambre d'explosion				Les produits liquide	
		GAZ REFROIDIS, SOUS PRESSION			LIQUIDES et SOLIDES	EAU PRODUITE PENDANT L'EXPLOSION	
		Litres	Grammes	Poids du litre		Grammes	Volume de la vapeur (litres)
Poudre noire . . .	306	95.7	136.8	1.431	169.2	9.0	11.81
Dynamite gomme . .	102	48.8	72.5	1.510	29.5	29.5	38.7
Dynamite n° 1 . . .	106	37.21	60.53	1.625	39.9	14.9	19.64
Gélatine dynamite .	156	48.07	75.9	1.577	80.1	16.43	21.56
Donarite.	206	124.44	134.6	1.081	71.4	71.4	93.60
Ammon Carbonite I .	206	98.00	121.5	1.240	84.5	68.26	89.6
Ammon Carbonite . .	206	77.03	101.2	1.314	104.8	86.6	112.166
Thunderite	206	76.05	103.5	1.361	102.5	102.5	134.5
Carbonite II.	206	120.6	107.5	0.892	98.5	19.45	25.55
Carbonite I	256	139.8	120.5	0.862	135.5	33.10	43.60
Carbonite charbon . .	206	114.45	111.45	0.975	94.55	36.11	47.38
Carbonite	206	123.15	118.8	0.966	87.2	13.10	17.20

EXEMPLE I. — 100 grammes de dynamite-gomme, capsule n° 8, chambre d'explosion de 15 litres, température 16.56° C., baromètre 760 millimètres. Après trois quarts d'heure, on lit sur l'indicateur une pression de 2.15 kilog. ou 2.222 atmosphères. Il faut y ajouter la différence de pression entre l'atmosphère et la pression subsistant dans l'appareil avant l'explosion, c'est-à-dire 1 atmosphère.

La pression effective est donc 3.222 atmosphères ou ramenée à 15° C. 3.205. Les gaz à la pression normale et à 15° C. occupent donc un volume de 48.075 litres. Le poids d'un litre de gaz mesuré à la balance de Lux est de 1.510 grammes; le poids de 48.075 est de 72 gr. 5. Retranchant ce chiffre de 102, il reste 29 gr. 5 qui ne peuvent être que de l'eau condensée dans la chambre d'explosion. 29 gr. 5 d'eau à 15° et 760 mm correspondent à 38 lit. 7 de vapeur.

EXEMPLE II. — 206 grammes de carbonite avec enveloppe et capsule n° 8, capacité de 15 litres, température 16.81° C., baromètre 750 mm.

solides se décomposent en			QUANTITÉ TOTALE des gaz formés dans l'explosion		1 kilog. d'explosif fournit au moment de l'explosion			
ACIDE CARBONIQUE GAZEUX		PRODUITS solides, per- manents ou fondus dans l'explosion			PRODUITS GAZEUX			PRODUITS SOLIDES
Grammes	Litres		Grammes	Litres	Litres	Poids par litre Grammes	Grammes	Grammes
19.56	10.49	140.64	165.36	118	386	1.402	540	460
0	0	0	102	86.78	851	1.175	1,000	0
0	0	25.0	75.5	56.85	536	1.33	750	250
11.85	6.36	51.82	104.18	75.99	487.5	1.37	668	332
0	0	0	206	218.04	1,023	0.946	1,000	0
4.3	2.31	11.94	194	189.91	922	1.003	942	58
4.4	2.36	13.8	192.2	191.55	930	1.002	932.8	67.2
0	0	0	206	210.55	1,021	0.979	1,000	0
14.18	7.61	64.87	141.13	153.72	746.5	0.919	685	315
27.16	14.57	75.24	180.76	197.97	773.5	0.914	706	294
15.85	8.50	42.59	163.41	168.13	816.5	0.97	793.5	206.5
17.95	9.63	56.15	149.85	149.98	729	0.999	729	271

L'indicateur donne une pression de 7 kil. 13; le vide primitif était de 725 millimètres, cela correspond à une pression effective de 8.21 atmosphères. On a donc obtenu 123 lit. 15 de gaz refroidis; leur poids spécifique est 0 gr. 966; le poids total 118 gr. 8. Le résidu est de 87 gr. 2. On en a recueilli 1 gr. 6082 que l'on a chauffés au rouge vif, dans un four de calcination et qui ont donné :

0 gr. 2411 d'eau;
0 gr. 3313 CO²;
1 gr. 0372 résidu solide.

Par conséquent, les 87 gr. 2 contenaient :

13 gr. 13 d'eau ou 17 lit. 20 vapeur;
17 gr. 95 CO² ou 9 lit. 63 gaz;
56 gr. 2 solides.

que l'on considère comme étant des carbonates alcalins fondus au moment de la détonation.

EXEMPLE III. — 206 grammes Donarite, capacité 15 litres, température 17.65 C°, baromètre 748 millimètres. Pression indiquée 7 kil 28. Vide primitif 725 millimètres. Pression effective 8.296. Volume des gaz à 760 millimètres et 15° C. : 124 lit. 44; poids du litre 1.081; poids total 134 6. On a recueilli dans l'appareil 67 gr. 95 d'eau, en partie directement, le reste par absorption par CaCl². Cela équivaut à 89 lit 10 de vapeur à 15° et 760 millimètres. (Il manque donc 3 gr. 45).

Les produits gazeux sont, au moment de la détonation, portés à une température extrêmement élevée et produisent alors la plus grande pression. Les produits solides sont vraisemblablement fondus; ils agissent par leur masse, mais ne contribuent pas à augmenter la pression. Les gaz formés au moment de la détonation, dans un trou de mine bien bourré, ne peuvent occuper que le volume propre de l'explosif. La pression atteinte sera d'autant plus grande que la densité de l'explosif, la proportion du poids transformé en gaz et la chaleur dégagée seront plus grandes.

Les divers explosifs donnent des quantités de gaz très différentes et de poids spécifique variable. Il est intéressant de rapprocher pour se faire une idée de la pression atteinte, le volume des gaz produits par une charge occupant un même volume et la chaleur dégagée.

C'est ce que donne le tableau suivant :

	GAZ produits par 1 kilogramme	VOLUME primitif du kilogramme d'explosif	NOMBRE de litres de gaz pour 1 litre de volume primitif	CHALEUR dégagée par 1 kilo- gramme
Poudre noire . . .	386	0.961	401	574
Dynamite-gomme.	851	0.614	1,386	1,422
Dynamite n° I. . .	536	0.633	847	1,170
Gélatine-dynamite.	487	0.599	813	1,321
Donarite . . .	1,023	0.763	1,341	836
Ammon-carbonite I	922	0.900	1,024	850
Ammon-carbonite.	930	0.840	1,107	757
Thunderite. . . .	1,021	0.935	1,092	777
Carbonite II . . .	746	0.671	1,112	602
Carbonite I. . . .	773	0.645	1,198	601
Carbonite-charbon	816	0.704	1,160	506
Carbonite	729	0.926	783	576

Exemple de la détermination de la chaleur dégagée.

70 grammes d'ammon-carbonite I ont donné au calorimètre une élévation de température $1^{\circ}05$, déduction faite de l'apport de chaleur par l'atmosphère du local. La valeur en eau du calorimètre est de 71,719 calories; la quantité de chaleur absorbée est donc $1.05 \times 71,719 = 75,205$ calories. Il faut en déduire 1,381 calories pour l'explosion du détonateur. Il reste par conséquent 73,824 calories ou pour 1 kilog. d'explosif, 1,055 grandes calories.

L'analyse des produits de l'explosion fait connaître que 1 kilog. d'ammon-carbonite donne 341 gr. 3 d'eau. Cette eau en se condensant met en liberté 202 calories. Il en reste donc 853.

Un kilog. d'ammon-carbonite I contient 90 grammes KNO_3 et NaNO_3 . En se transformant en bicarbonates, les carbonates de K ou de Na provenant de 1 kilog. de nitrate fournissent 35.8 calories soit pour 90 grammes de nitrates, 3.2 calories qu'il faut aussi retrancher du résultat de l'observation. Il restera donc 849.8 calories qui représentent la chaleur dégagée par la détonation de 1 kilog. d'ammon-carbonite I.

Vitesse de détonation.

Tous les explosifs ont besoin, pour détoner, d'un choc. Cette impulsion initiale doit être assez grande pour assurer une détonation franche. Une fois qu'elle a commencé, l'explosion se propage plus ou moins rapidement, suivant les actions chimiques et physiques en jeu. Plus la décomposition est rapide, plus brutale sera l'action de la pression des gaz sur les parois de la mine. Ainsi la rapidité de la détonation est une propriété capitale au point de vue de l'effet utile des explosifs; elle n'importe pas moins au point de vue du danger d'inflammation du grisou.

La vitesse d'explosion a été mesurée en plaçant une série de cartouches de même diamètre en contact immédiat; la continuité de l'alignement de cartouches ainsi formé était soigneusement examinée, de sorte qu'on pouvait le considérer comme une cartouche unique. Pour les explosifs plastiques, le même effet a été obtenu en moulant à la presse une seule cartouche de 35 mètres de longueur. Cette longueur a été reconnue suffisante pour que les observations soient assez précises.

On a établi que tant qu'on reste en-dessous d'un certain diamètre, la vitesse de propagation augmente avec le diamètre; ensuite elle se montre indépendante de la section des cartouches.

Les explosifs rapides ne nécessitent pas d'aussi gros diamètres que les explosifs plus lents. Ainsi avec la dynamite, à partir d'un diamètre de 30 millimètres, on n'observe plus d'accroissement sensible de la vitesse, tandis qu'avec les explosifs au nitrate ammonique, la vitesse augmente encore au-delà de 50 millimètres,

Pour les mesures, on a toujours pris des cartouches de 30 millimètres, diamètre fréquemment adopté en pratique.

Pour la mesure du temps qui s'écoule entre la détonation des deux extrémités de la ligne d'explosifs, on s'est servi du chronographe Le Boulengé, tel qu'il est employé par le génie militaire. Le principe de cet appareil est le suivant :

Aux deux extrémités *A* et *B* de la file de cartouches se ferment les circuits de deux électro-aimants (fig. 34).

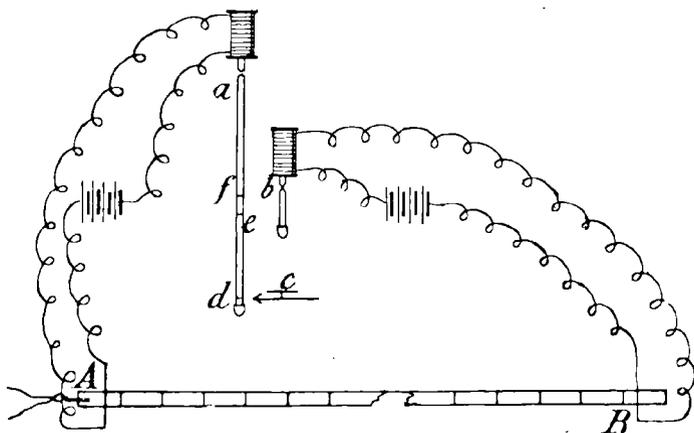


FIG. 34.

Deux barreaux de fer *a* et *b* sont suspendus à ces électro-aimants. Le poids *b* tombant sur le plateau *c* déclenche un ressort qui pousse un burin qui vient imprimer sur la barre *a* une marque *d*.

Si l'on rompt simultanément le circuit des deux électro-aimants, la marque sera située en un certain point *e* qui sert de repère. Si l'on rompt le courant à l'extrémité *A*, et quelque temps après en *B*, le barreau *a* descendra d'une certaine longueur avant que le barreau *b* en tombant ne déclenche le ressort *c*. Par conséquent le barreau *a* sera marqué en *f* plus haut que *e*. Les hauteurs de chute *fd*, *ed* permettent de déterminer le temps qu'a duré l'explosion de la charge *AB*.

La longueur de celle-ci doit être assez grande pour que l'intervalle ef soit facilement appréciable.

Ex. — $AB = 35$ mètres. $fd = 498.7$ millim. $de = 457.5$ millim.

La formule $t = \sqrt{\frac{2 \times h}{g}}$ exprime la durée de la chute.

Par suite,
$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \times 0.4987}{9.81}} = 0,3182''$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \times 0,4575}{9.81}} = 0,3054''$$

$$t_1 - t_2 = 0''0128 \quad v = \frac{l}{t_1 - t_2} = \frac{35}{0''0128} = 2,735 \text{ mètres.}$$

Aptitude à la détonation.

Lorsqu'on met plusieurs cartouches en contact, qu'on amorce l'une d'elles avec un détonateur, l'explosion se transmet dans toute la masse. Si l'on fait des essais en laissant entre les cartouches des intervalles croissants, on trouve que l'explosion ne se propage pas aussi facilement dans tous les explosifs ; la distance à laquelle elle est transmissible est une propriété caractéristique des explosifs.

En opérant sur des cartouches de 30 millimètres de diamètre, on a trouvé les valeurs suivantes :

Dynamite-gomme	détone incomplètement à l'air libre.
Dynamite n° I	310 millimètres.
Gélatine-dynamite	250 id.
Donarite	60 id.
Ammon-carbonite n° I.	60 id.
Ammon-carbonite	50 id.
Thunderite	30 id.
Carbonite n° II	190 id.
Carbonite n° I	190 id.
Carbonite pour charbon	150 id.
Carbonite	200 id.

L'aptitude à la détonation est plus grande pour les dynamites que pour les explosifs au nitrate ammonique; les premières exigent, pour détoner, une amorce de fulminate moins forte.

En vue d'élucider encore davantage cette question, on a fait des essais avec la gélatine-dynamite en quantités de 1, 5, 10, 25, 50, 100 et 200 kilogrammes placées au centre d'un cercle dessiné par des charges secondaires de $1/2$ à $2\ 1/2$ kilog. et avec des rayons de 0^m90, 1^m45, 1^m80, 2^m25, 2^m50, 2^m75, 5^m25. Toutes les charges étaient enterrées dans le sol. On a trouvé que la détonation de 10 kilog. de gélatine-dynamite n'a plus d'influence sur 2.5 kilog. à 1 mètre de distance.

On doit probablement admettre que c'est à la flamme qu'est due la propagation de l'explosion et que c'est principalement de la longueur de cette flamme que dépend la détonation par l'influence. Cette longueur dépend de la grandeur de la charge.

10 kilogrammes d'explosif au nitrate ammonique ne transmettent l'explosion à des charges de $1/2$ kilog. qu'à 0^m50 de distance; la dynamite, en même quantité, fait sentir son influence jusqu'à 4^m50.

Une explosion accidentelle de 18,960 kilogrammes de dynamite et de gélatine eut lieu à Keken, en 1895; une caisse de 150 kilogrammes fut influencée à 45 mètres de distance, et une autre à 50 mètres, tandis qu'une troisième de même importance, à 20 mètres, ne fit pas explosion.

En cas de raté de détonation, l'explosif brûle ou est projeté. Un explosif à base de nitroglycérine forme alors une grande flamme, ceux au nitrate ammonique, une petite flamme, et le mode de décomposition de l'explosif est tout autre que dans le cas de détonation franche.

Les détonations incomplètes sont le plus souvent imputables à un mauvais chargement ou à la congélation de la nitroglycérine.

CONCLUSIONS

Reprenons les résultats des expériences au point de vue de la force et de la sûreté des explosifs de Schleichbusch.

Au point de vue de l'effet utile viennent en ligne de compte, la pression, la rapidité de la détonation, la chaleur dégagée. La ligne des essais au bloc de plomb suit celle des pressions pour les explosifs les plus brisants; elle reste en dessous pour les autres. Dans les tableaux (pp. 42-43) et le diagramme (fig. 18) la poudre noire est mise à part au premier rang, et on a inséré les divers explosifs dans l'ordre du danger qu'ils présentent dans les milieux grisouteux. Il en est résulté que toutes les courbes descendent régulièrement de gauche

à droite. Ce fait permet déjà d'établir des rapprochements entre l'effet utile et le danger des explosifs en présence du grisou.

La courbe des calories est supérieure à celle des pressions pour les explosifs les plus puissants; elle est inférieure pour les autres explosifs. Si les deux courbes étaient parallèles, on pourrait en conclure que la pression acquise par les gaz est proportionnelle à la chaleur produite. Il n'en est rien.

La courbe des vitesses marche en général parallèlement à celle des pressions. Elle s'en écarte pour les explosifs au nitrate d'Am., si l'on compte les vitesses mesurées à l'air libre en cartouche de 30 ^m/_m. Ces conditions ne sont pas les plus favorables pour ce genre d'explosif, mais la courbe prend la même allure que celle des pressions si l'on reporte en ordonnées les vitesses trouvées pour l'explosion en tubes fermés.

On peut déduire de là que l'effet utile dépend directement de la chaleur dégagée et de la vitesse de détonation.

L'importance du volume proportionnel des gaz dans les produits de l'explosion et de la nature chimique de ceux-ci n'apparaît pas manifestement.

En ce qui concerne le danger d'inflammation du grisou, il est extrêmement grand avec la poudre noire, la dynamite-gomme, la gélatine-dynamite et la dynamite guhr.

Les explosifs au nitrate ammonique (excepté la Donarite qui n'est employée qu'en carrière et pour le sel gemme), possèdent déjà un degré de sécurité suffisant; les carbonites présentent le maximum de sécurité. Pour se rendre compte de ce phénomène, il faut considérer, indépendamment des caractéristiques examinées ci-dessus, les longueurs et les durées de flamme.

Pour la poudre noire, il est frappant que ce sont les seuls caractères auxquels on puisse attribuer l'insécurité, tous les autres phénomènes n'en étant pas les conditions essentielles.

En ce qui concerne les dynamites, tous les phénomènes sans exception contribuent à augmenter le danger.

Les explosifs au nitrate ammonique ont des longueurs de flamme, des chaleurs et des pressions plus fortes que les carbonites, et c'est probablement à cette circonstance qu'il faut attribuer la plus grande sécurité des carbonites. Probablement aussi que la manière dont se comportent les gaz à la chaleur au moment de la détonation, a également une influence. En un mot, toutes les courbes des carbonites sont très basses, et tous les phénomènes concourent à la sécurité.

En général, on peut conclure que pour un explosif de sûreté, la vitesse de détonation, la chaleur dégagée, la longueur et la durée des flammes doivent être aussi faibles que possible pour une pression donnée et qu'aucune de ces quantités ne peut dépasser une certaine limite, parce qu'il ne s'établit pas de compensation d'un phénomène par l'autre. Cette conclusion se confirme par la considération des phénomènes de l'explosion de chaque explosif en particulier et des causes de leur degré de danger.

Pour la poudre noire, la cause du danger est la grande durée du contact de la flamme avec le mélange inflammable; en comparaison de cette influence, la faible chaleur dégagée ne pèse pas. Il n'y a d'ailleurs jamais d'explosion de poudre noire à proprement parler; même en vase clos et avec l'amorçage par un détonateur, il ne se produit qu'une combustion rapide. Les gaz chauds restent longtemps en contact avec le mélange inflammable et l'explosion a lieu même à basse température.

Les dynamites à forte teneur en nitroglycérine font explosion très rapidement, tellement que l'atmosphère contenant des gaz inflammables, si elle vient à être traversée par le dard de flamme très long et très chaud, ne peut céder, et bien que le contact soit très court, il y a cependant inflammation à cause du grand dégagement de chaleur.

La gélatine-dynamite donne des flammes de durée beaucoup plus courtes que la dynamite-gomme ou la dynamite n° I, sans en être plus sûre.

On doit en conclure que le plus grand dégagement de chaleur et la rapidité de la détonation sont les causes principales du peu de sûreté des explosifs à haute teneur en nitroglycérine.

Les charges limites de 300 à 400 grammes ne sont atteintes que si les quantités de chaleur, les vitesses de détonation, les longueurs et les durées de flamme tombent simultanément et notablement en dessous de celles des dynamites. Il n'y a plus alors de phénomènes susceptibles de produire l'inflammation du grisou.

Les ordonnées de toutes les courbes descendent à leur minimum pour les carbonites, c'est pourquoi celles-ci sont les plus sûres.

Il ressort cependant des expériences qu'en augmentant la charge même des explosifs les plus sûrs, on obtiendrait des inflammations de grisou, car la longueur des flammes augmente avec la charge.

On ne peut dans la galerie d'essai dépasser des charges de 1 kilog. En pratique, on reste notablement en dessous de cette quantité.

ANNEXE III.

**Extraits des rapports de MM. les Ingénieurs en chef
Directeurs d'arrondissement, accompagnant l'envoi de la
statistique des explosifs pour 1901 (1).**

*Extraits des rapports de M. MARCETTE, Ingénieur en chef
Directeur du 1^{er} arrondissement des mines.*

La densité du minage au coupage des voies s'établit comme suit, par catégorie de mines à grisou, pour les années 1897, 1898, 1899 et 1901.

	1897	1898	1899	1901
1 ^{re} catégorie	13	14	18	20
2 ^e catégorie A.	11	11	13	17
2 ^e catégorie B	10	9	9	4
3 ^e catégorie	2	3	4	4

Dans les mines à grisou de la 1^{re} catégorie, on ne fait plus usage de poudre noire au coupage des voies. Par contre, la consommation d'explosifs de toute espèce s'est élevée de 20 à 23 kilogrammes par 1,000 tonnes de charbon. L'augmentation a surtout porté sur la dynamite, tandis qu'un recul assez accentué, de 9 à 6 kilogrammes, se constate sur la consommation des explosifs de sûreté. La densité du minage a progressé de 18 à 20.

.....

(1) La plus grande partie des observations de MM. les Ingénieurs en chef, se rapportent aux conditions particulières de tel ou tel charbonnage; elles n'ont pas à être reproduites ici; elles n'offrent d'ailleurs d'intérêt qu'accompagnées des tableaux de détails qui ne sont pas livrés à la publicité. Il en résulte que les extraits des rapports sont nécessairement fort écourtés.

Dans les mines à grisou de la 2^e catégorie A, la poudre noire est toujours employée au coupage des voies au Couchant-du-Flénu, en vertu de l'arrêté de classement qui accorde dispense de l'article 17 de l'arrêté royal du 13 décembre 1895, pour les travaux supérieurs en comble Sud à Dure-Veine, cette dernière couche non comprise, et en comble Nord à Buisson, cette couche non comprise. Il y a cependant de ce chef une légère amélioration, la consommation de poudre étant tombée de 3 à 2 kilogrammes par 1,000 tonnes de charbon.

Dans les couches de la classe A, la consommation d'explosifs de toute espèce au coupage des voies a augmenté dans la proportion de 21 à 27 kilogrammes et la densité du minage s'est élevée de 13 à 17.

Il faut remarquer, à ce sujet, qu'en 1899, trois puits du Bois-de-Boussu étaient rangés dans la catégorie qui nous occupe; comme on n'y faisait pas usage d'explosifs, les moyennes étaient favorablement influencées de ce chef. Il en était de même du puits de Bonne-Veine qui a passé de la 2^e catégorie A dans la 2^e catégorie B et où l'on consommait relativement peu d'explosifs.

.....

Dans les mines de la 2^e catégorie B, on constate une notable amélioration. La consommation d'explosifs par 1,000 tonnes est tombée de 12 à 5 kilogrammes et la densité du minage de 9 à 4. On n'y fait usage que d'explosifs de sûreté.

.....

La situation s'est peu modifiée dans les mines de la 3^e catégorie; bien que la consommation par 1,000 tonnes se soit élevée de 4 à 5 kilogrammes, la densité du minage est restée égale à 4. On n'y fait plus usage que d'explosifs de sûreté, alors qu'en 1899 on employait la dynamite dans les couches en exploitation aux étages supérieurs du charbonnage du Grand-Bouillon. L'emploi des explosifs dans les couches de la 3^e catégorie, qui ne se fait qu'en vertu d'arrêtés de dérogation, est du reste subordonné à des conditions très sévères qui sont de nature à atténuer le danger qui en résulte. Les délégués mineurs font régulièrement une visite de nuit par semaine et me renseignent sur le degré d'exécution de ces arrêtés.

Dans les mines de la 3^e catégorie, on n'a pas miné au coupage des voies aux charbonnages de Belle-Vue et du Bois-de-Saint-Ghislain.

.....

Les renseignements qui résultent de l'examen des tableaux tels qu'ils sont actuellement dressés ne rendent pas bien compte de l'intensité du minage dans les différentes catégories de mines. Le classement

se fait par siège d'extraction ; or, dans de nombreuses exploitations, on déhouille par un même puits, des faisceaux appartenant à diverses catégories et la consommation totale est rapportée à la catégorie la plus grisouteuse. Si le système actuel est maintenu, la prochaine statistique accusera une augmentation purement fictive de la densité du minage dans les couches à dégagements instantanés de grisou : les deux puits du Couchant-du-Flénu viennent en effet d'être classés en 3^e catégorie et on y extrait des couches qui jouissent pour ainsi dire du régime des mines sans grisou et dans lesquelles on mine à la poudre noire, tant à l'abattage du charbon qu'au coupage des voies.

En résumé, la consommation d'explosifs au coupage des voies a augmenté d'une manière générale dans mon arrondissement. En 1899, on consommait 14 kilogrammes d'explosifs de toute espèce pour 1,000 tonnes ; en 1901, ce chiffre s'est élevé à 15 kilogrammes ; cependant l'ouverture moyenne des couches a augmenté de 0^m01.

J'attribue cette augmentation à la tendance qui s'accroît encore, d'agrandir la section des galeries, surtout des costresses principales, dans le but de faciliter le transport à longue distance et d'améliorer la ventilation. C'est une constatation qui a été faite tant par les ingénieurs de district que par les délégués mineurs.

Je pense cependant que, sans nuire à la section des galeries et au remblayage, on pourrait arriver à diminuer la consommation d'explosifs par une réduction de charge des mines. Dans beaucoup de charbonnages, les charges d'explosifs sont exagérées ; il en est qui dépassent souvent un kilogramme, alors qu'il résulte de nombreux renseignements que j'ai recueillis, qu'une charge de 500 grammes suffirait souvent à produire l'effet voulu. Il y a là une fâcheuse tendance contre laquelle il importe de réagir ; c'est pourquoi je propose toujours une clause spéciale à cet effet dans les projets d'arrêtés de dérogation que je sou mets à la Députation permanente. L'éducation des ouvriers se fera peu à peu et les exploitants comprendront qu'il n'y a aucun antagonisme à ce point de vue entre la sécurité et l'économie.

*Extraits d'un rapport de M. J. SMEYSTERS,
Ingénieur en chef Directeur du 3^{me} arrondissement des mines,
à Charleroi.*

Dans les mines sans grisou, la consommation d'explosifs a été moindre que précédemment. La réduction a surtout porté sur la poudre noire qui tend de plus en plus à disparaître pour faire place à la dynamite qu'on emploie toutefois en proportion moindre.

Dans les mines de la 1^{re} catégorie, on observe une augmentation d'explosifs de tous genres, tant pour le coupage des voies, que pour l'abatage de la houille et les travaux préparatoires.

Dans les mines de la 2^{me} catégorie (Classe A), il n'a plus été fait usage de poudre. La dépense en dynamite a été moindre ; elle a été compensée par une augmentation des explosifs de sûreté.

Dans les mines de la 2^{me} catégorie (Classe B), il n'a pas non plus, comme précédemment, été fait usage de poudre. La consommation d'explosifs de sûreté a été plus grande pour le coupage des voies, mais, au total, la quantité de dynamite et d'explosifs de sûreté a été sensiblement la même qu'antérieurement.

Dans les mines de la 3^{me} catégorie, la consommation en explosifs brisants (dynamite et de sûreté) a été plus grande à cause de l'importance qu'ont pris les travaux préparatoires du Charbonnage du Bois-de-Cazier.

D'autre part, le Charbonnage du Bois-de-La Haye, qui en 1900, n'avait plus consommé d'explosifs dans les travaux des sièges n^{os} 3 et 5, a fait usage de dynamite et d'explosifs de sûreté.

*Extraits d'un rapport de M. FINEUSE,
Ingénieur en chef Directeur du 7^me arrondissement des mines,
à Liège.*

Sous le rapport des consommations totales, par catégorie de mines, la comparaison des deux années considérées donne les résultats suivants :

	PRODUCTION		EXPLOSIFS	
	EN TONNES		EN KILOG.	
	1899	1901	1899	1901
Mines sans grisou	24,010	23,300	4,016	3,984
Mines de 1 ^{re} catégorie	906,230	983,820	58,473	67,512
Mines de 2 ^{me} »				
A	865,020	864,950	33,742	39,924
B	594,360	561,660	10,798	13,579
	2,389,620	2,433,730	107,029	124,999

D'où une augmentation totale de 6.6 % par 1,000 tonnes de houille extraite.

Consommation par nature d'explosifs

	1899	1901	1899	1901
			%	%
Poudres lentes	66,042	69,335	61.6	55.5
Dynamite et autres explosifs ordinaires	29,526	27,652	27.6	22.1
Explosifs de sûreté	11,461	28,012	10.8	22.4
	107,029	124,999	100	100

- Soit une diminution . . . de 6.1 % en poudres lentes ;
 — — . . . de 5.5 — en dynamite, etc. ;
 — augmentation . . . de 11.6 — en explosifs de sûreté.

Enfin, pour 100 kilog. *de poudres lentes* consommés dans les mines sans grisou, les poids de ces mêmes explosifs employés par 1,000 tonnes de charbon extraites dans les exploitations grisouteuses sont, en kilogrammes :

	1899	1901
1 ^{re} catégorie	30	29
2 ^e » { A . . .	10.8	11
{ B . . .	0.6	1.2



ANNEXE IV.

Circulaire ministérielle du 27 octobre 1900.

L'article 10 de l'arrêté royal du 13 décembre 1895, sur l'emploi des explosifs dans les mines, stipule ce qui suit :

« ART. 20. — Dans tous les cas de dérogation aux articles 9, 11 »
» et 12 ci-dessus, l'autorité appelée à statuer pourra prescrire telles »
» conditions qu'elle jugera opportunes, tant au point de vue de la »
» nature des explosifs qu'à tout autre point de vue intéressant la »
» sécurité du travail. Elle pourra également prescrire, en toutes »
» circonstances, qu'il sera tenu à chaque siège d'exploitation, un »
» registre renseignant à l'avance tous les points détaillés des travaux »
» où l'on se propose de miner, pour la préparation du chantier du »
» lendemain. Il y sera fait mention, à la remonte des surveillants du »
» minage, des points où l'on s'est abstenu de miner et des motifs de »
» cette abstention. »

Il est à désirer qu'il soit fait plus généralement usage des facultés accordées par cet article à l'autorité appelée à statuer, notamment *quant à la nature des explosifs* pouvant être prescrits dans les cas de dérogation.

S'il n'est pas possible d'écarter d'une façon absolue, quel que soit l'explosif employé et quelles que soient les autres précautions prises, les dangers inhérents au minage dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses, tout au moins peut-on, dans les cas où le minage est reconnu indispensable, se servir de préférence des explosifs avec lesquels ces dangers sont réduits au minimum, c'est-à-dire des *explosifs dits de sûreté*.

Il importerait donc de subordonner à l'emploi exclusif de ceux-ci, les autorisations de minage qu'il serait jugé nécessaire d'accorder, en évitant toutefois de se départir de la plus grande réserve, qui doit toujours être observée, à l'égard de l'octroi de ces autorisations et sans négliger aucune des précautions habituellement prescrites.

L'usage du registre dont il est question dans la deuxième partie de

l'article 23 serait aussi utilement rendu obligatoire dans les cas de dérogations, comme étant de nature à rendre les agents préposés au minage plus circonspects et à les engager à n'utiliser qu'en cas d'absolue nécessité les autorisations accordées.

MM. les Chefs de service de l'Administration des mines voudront bien s'inspirer de ces considérations dans les propositions qu'ils font, aux Députations permanentes des Conseils provinciaux, des conditions auxquelles il y a lieu de subordonner les autorisations d'emploi des explosifs.

Pour la détermination de ce qu'il faut entendre par « explosifs de sûreté » et en l'absence de données plus certaines, ils auront recours à la liste qui est publiée dans les *Annales des Mines de Belgique*, par les soins du service des accidents miniers et du grisou, à l'occasion de la statistique annuelle sur l'emploi des explosifs.

Dans les cas où il serait question de faire usage d'explosifs nouveaux ou non compris dans cette liste et dont le caractère laisserait des doutes au point de vue envisagé dans la présente circulaire, il m'en serait référé.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,
BARON SURMONT DE VOLSBERGHE.

**Quelques particularités
ayant accompagné le tir de certaines mines aux
charbonnages réunis de Charleroi.**

1° *Puits Sacré-Français* — Le 14 mai 1901, le conducteur des travaux se trouvait à 650 mètres au creusement des envoyages du puits d'extraction ; un des ouvriers, occupé à ce travail, ayant abattu une très grosse pierre, lui demanda de la dépecer à l'aide d'une petite mine.

Le conducteur ayant autorisé, la mine fut battue ; ensuite le boute-feu la chargea avec une demi-cartouche de forcite et un détonateur ; il fixa alors les fils du détonateur à ceux du conducteur électrique, puis il vint faire l'attache des fils de ce dernier aux bornes de la machine électrique.

A trois ou quatre reprises, il essaya de produire l'explosion de la mine, mais ce fut en vain, elle ne partit pas.

Afin d'examiner s'il ne se passait rien d'anormal dans le circuit, le boute-feu détela la machine électrique, la prit en main et s'avança vers la mine.

Il avait fait 3 ou 4 mètres quand la mine sauta.

Le conducteur des travaux et trois ouvriers étaient restés tout le temps près du boute-feu et sont témoins de la relation ci-dessus.

Nous ne pouvons donner aucune explication sur cette explosion tardive.

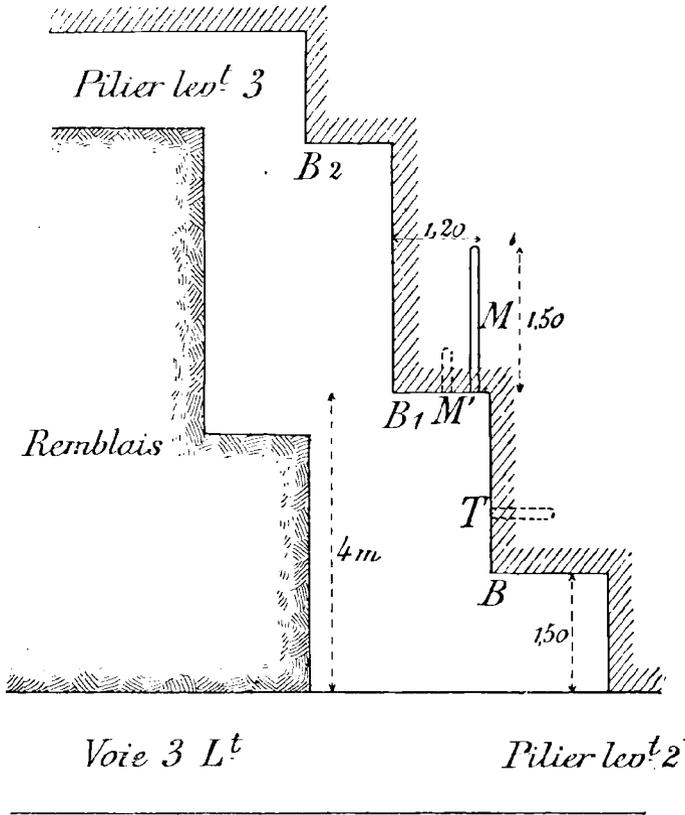
La machine électrique est à rotation et haute tension. Les détonateurs employés sont du type n° 7, dont la charge de fulminate est de 1 1/2 gramme.

2° *Puits des Hamendes*. — Au puits des Hamendes, les explosifs sont employés pour l'abatage de la houille dans la couche Dix-Paumes en exploitation aux étages actuellement ouverts à 86 mètres, 105 mètres, 162 mètres et 200 mètres.

Le 12 juin 1901, par la taille 3 de Dix-Paumes, levant à 162 mètres, un ouvrier avait foré une mine *M* de 1^m50 de longueur environ, qui devait emporter une brèche de 1^m20 de largeur.

Le boute-feu la chargea de quatre cartouches de mélanite et la fit sauter. L'ouvrier constata que la mine n'avait pas produit d'effet ; elle avait fait « canon » et un simple trou tronconique de 0^m40 de profondeur était enlevé à l'entrée de la mine.

Le boute-feu fit partir ensuite deux mines aux brèches *B* et *B*₂,

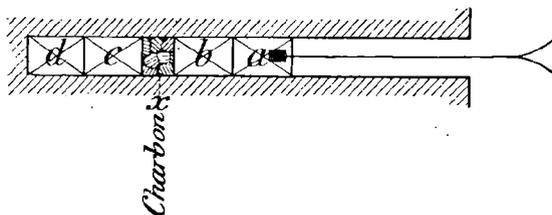


tandis que l'ouvrier était occupé à préparer du bois pour une rallonge.

Environ vingt minutes après l'explosion de la mine *M*, cet ouvrier et un de ses camarades se mirent à forer chacun une mine en *M'* et *T*. Cette dernière, *T*, était dirigée de chassage ; l'autre *M'*, était

parallèle à la mine *M* et à environ 0^m30 à gauche de celle-ci. A peine avait-il foré 5 centimètres, que du trou de la mine *M*, sortit avec violence un jet de fumée et de poussières qui, en quelque sorte poussa violemment les deux ouvriers et les fit tomber dans la voie. Le premier de ces ouvriers avait le dos tourné à la veine pour forer sa seconde mine. Il n'y a pas eu de flammes, d'après les dires des témoins, mais simplement projection violente de poussières et de fumée qui s'échappaient en produisant un bruit assez fort. Voici l'explication possible de cette inflammation tardive :

En bourrant la mine, une certaine quantité de charbon fin ou pulvérulent provenant du forage du fourneau, se sera placée entre deux cartouches. Par suite de solution de continuité dans le chargement des cartouches, les premières *a*, *b*, par exemple, n'étant pas suffisamment fortes pour produire le travail nécessaire à l'abatage du charbon, auront fait « canon ». Le résultat de ce canon a été la



production d'une flamme qui aura communiqué le feu au charbon intercalaire *a*. La combustion de ce charbon aura continué lentement et transmis le feu aux dernières cartouches *c* *d*, qui auront fusé.

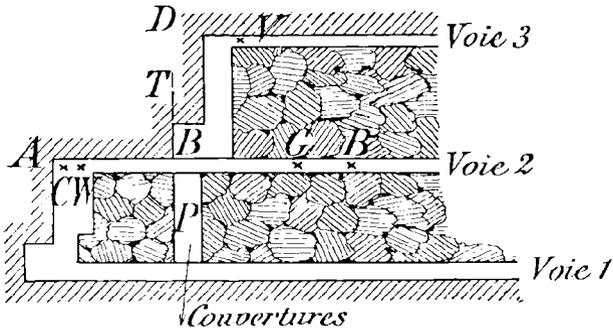
3° *Puits des Hamendes*. — Par la taille 3 levant de Dix-Paumes, à l'étage de 162 mètres, une mine a fusé après explosion, le 30 août 1901.

Un ouvrier avait foré une mine montante de 1^m30 de longueur ; elle avait été chargée à la mélanite et bourrée à l'argile.

Après l'explosion, on constata que tout le charbon n'était pas enlevé, il restait un bout de trou de mine de 0^m70 environ ; le bruit de l'explosion n'avait pas paru aussi fort que d'habitude. Environ 30 minutes après, le boute-feu a voulu, en présence du chef porion, s'assurer de la longueur de la mine restante, afin d'y replacer une nouvelle charge.

A l'introduction de la forette, il s'est produit un fort dégagement de poussière avec un bruissement assez grand. Il n'y a pas eu de flamme. La forette n'était pas arrivée à front du trou quand le dégagement s'est produit.

4° *Puits des Hamendes*. — Un ouvrier occupé, le 4 janvier 1902, à la 2^e taille de Dix-Paumes, couchant à 200 mètres, avait foré un trou de mine *T*, d'une longueur de 1^m70, à la brèche prise sur le bois de voie; le boute-feu l'avait chargé de trois cartouches de mélanite avec bourre d'argile. La cartouche du fond était munie du détonateur. Dans les remblais de la taille 1, nous creusons un plan incliné *P*, qui arrive à la voie 2 et dont la partie inférieure était bouchée par des couvertures en étoupe. A l'explosion de la mine, le boute-feu était avec



un ouvrier de la taille 1, à l'endroit *CW*; l'ouvrier de la taille 2 était en *V* et ceux du plan en *G* et *B*.

Au moment de l'explosion, ces ouvriers ont remarqué une flamme assez grande sortir du trou de mine. Le boute-feu s'approcha et vit dans les gaillettes enlevées par la mine, des flammes rougeâtres et entendit fuser (« chiler », suivant l'expression wallonne). Il descendit le plan, prit une couverture et éteignit la flamme. Le porion arriva à ce moment et constata dans ce qui restait de la mine, une petite flamme, semblable à celle d'un bec de gaz ordinaire et l'éteignit avec la main; il se dégagait une odeur identique à celle de l'explosion d'une mine. Il a visité complètement la partie de voie *AB* et en *D*, et n'a pas trouvé trace de grisou. Le courant d'air est très fort en ce point; il circule au moins 5 mètres cubes d'air; les ouvriers

travaillent avec leur gilet de laine, et n'ont jamais vu de trace de grisou depuis qu'ils sont occupés dans ce chantier. Cette flamme est due à ce que une ou deux des trois cartouches de la charge n'ont pas explosé, mais simplement fusé ; c'est un fait analogue à celui que nous avons déjà constaté deux fois dans ce chantier de Dix-Paumes, à 162 mètres, mais où nous n'avions pas eu inflammation de la poudre décomposée.

