

Cette préoccupation était née à la suite d'une inflammation de grisou à front d'un montage dont la partie supérieure était infestée de gaz que l'on voulait déloger en lançant un jet d'air comprimé.

Cédons la parole à M. Bacq :

« Si l'on introduit (fig. 16) des particules de rouille ou de limailles en P dans une tuyauterie en fer alimentée en air comprimé à quelques atmosphères et terminée par un ajutage J, également en fer, il se forme à la sortie de l'ajutage une gerbe d'étincelles et si l'on dispose en E, même à un mètre de distance de l'origice, un écran de fer, cuivre ou bois, de nombreuses étincelles s'allument encore par choc des particules contre cet obstacle.

On connaît les raisons qui font croire au plus grand danger de ces étincelles de choc : il est donc indispensable de les supprimer elles aussi.

Deux moyens se présentent : le premier serait de retenir à l'intérieur de la tuyauterie toutes les particules ; le second, de les rendre inoffensives avant qu'elles ne s'en échappent, par exemple en les oxydant : le calcul montre en effet que la transformation intégrale de l'énergie de force vive en chaleur au moment du choc ne peut porter les parcelles de fer qu'à des températures de 200° à 300° qui ne sont pas dangereuses au point de vue de l'inflammation du grisou.

1. — Un procédé simple d'arrêt des particules dans la tuyauterie consistait à disposer les derniers éléments de celle-ci de manière à multiplier les changements de direction et à créer des culs-de-sac où la limaille se serait amassée.

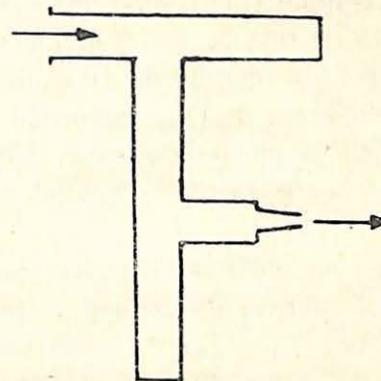


Fig. 17.

Il s'est montré pratiquement insuffisant : chaque fois qu'on établissait le courant d'air, des étincelles apparaissaient à l'ajutage, les remous remettant probablement la limaille en suspension.

2. — De meilleurs résultats ont été obtenus en intercalant dans la conduite un élément de grand diamètre : la vitesse du courant d'air comprimé y est réduite et les particules ne pouvant être emportées plus loin s'y déposent.

L'étude précise d'un tel dispositif comporte la recherche de la vitesse maximum du courant d'air qui permet le dépôt des particules et la fixation des dimensions à donner au cylindre d'arrêt pour réaliser cette vitesse.

La détermination exacte de ces éléments présentant des difficultés d'ordre expérimental, on s'est contenté d'en rechercher l'ordre de grandeur au moyen d'essais sommaires dont voici les résultats :

1°) La vitesse du courant d'air à la pression atmosphérique capable de soulever et d'emporter de la fine limaille de fer gisant dans un tube horizontal est de trois mètres par seconde ;

2°) Dans la conduite qui a servi aux essais, formée de quelques mètres de tuyaux de 50 millimètres de diamètre, terminée par un ajutage de 10 millimètres de diamètre et alimentée par de l'air comprimé à 5 atmosphères, la vitesse théorique de l'air, calculée en supposant que la détente à la sortie est adiabatique, est de 8 mètres par seconde.

Si on adopte ces chiffres, il suffit, pour réduire la vitesse de 8 à 3 mètres, de donner au tube d'arrêt un diamètre de

$$50 \times \sqrt{\frac{8}{3}} = 82 \text{ mm.}$$

Mais il faut remarquer que la vitesse de 3 mètres par seconde est celle nécessaire pour mettre la limaille en suspension dans le courant d'air; en réalité, ce qui nous intéresse, c'est la vitesse du courant dans laquelle des particules déjà en suspension se déposent : elle est plus faible que la première; que la densité de l'air à la pression de 5 atmosphères est cinq fois plus élevée qu'à la pression normale pour laquelle on a déterminé la vitesse de 3 mètres par seconde, d'où nouvelle réduction de celle-ci; que, dans le calcul, on suppose que la vitesse est uniforme dans toute la section, ce qui n'est pas.

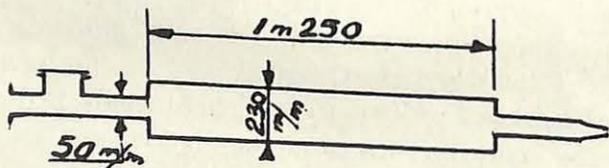


Fig. 18.

C'est ainsi qu'un tube de 230 millimètres de diamètre (fig. 18) et de 1 mètre de longueur n'arrête pas toutes

les particules et n'empêche pas complètement la formation d'étincelles au sortir de l'ajutage.

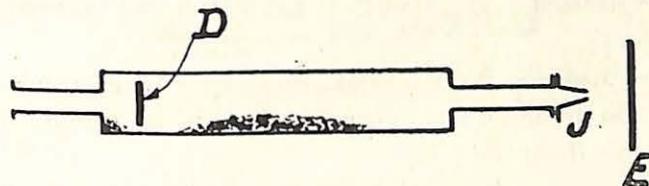


Fig. 19.

Il suffit de briser le courant en calant à l'entrée de ce tube un disque D (fig. 19) en tôle, de 180 millimètres de diamètre, pour arriver au but poursuivi : plus d'étincelles, ni par frottement à l'ajutage, ni par choc à l'écran E.

On retrouve la limaille dans le tube en amont et en aval du disque. Pourtant, il s'en échappe encore quelques très fines particules : on peut le constater en fixant une feuille de papier blanc sur l'écran E : on y recueille de rares parcelles très fines, encastrées dans le papier; elles ne doivent pas être dangereuses puisqu'elles ne donnent pas d'étincelles visibles.

Il importait de s'assurer de ce dernier point : dans ce but, on a essayé dans la tuyauterie ordinaire avec ajutage de fer (fig. 16) de la limaille tamisée au préalable :

La portion retenue par un tamis de 144 mailles par centimètre carré a été écartée;

Celle retenue par un tamis de 324 mailles donne de très abondantes étincelles;

Celle retenue par un tamis très fin de 500 mailles environ donne aussi de nombreuses étincelles, mais moins abondantes cependant;

Enfin, avec la portion qui a traversé le tamis de 500 mailles, on a constaté exactement deux étincelles : il est bien probable qu'elles étaient dues à deux particules plus grosses qui se trouvaient dans la conduite, bien qu'on eût pris soin de purger celle-ci.

Dans le but de concentrer en amont du disque D toute la limaille, on l'a remplacé par les dispositifs dont croquis ci-dessous (fig. 20 et 21). Les résultats n'ont pas été meilleurs.

Il est utile de fixer au-delà du disque D un anneau A (fig. 22) pour éviter l'entraînement de la limaille dans les parois du tube.

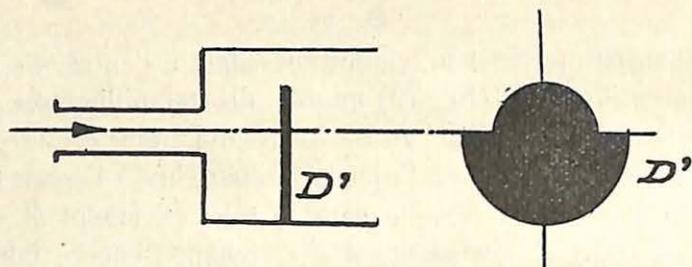


Fig. 20.

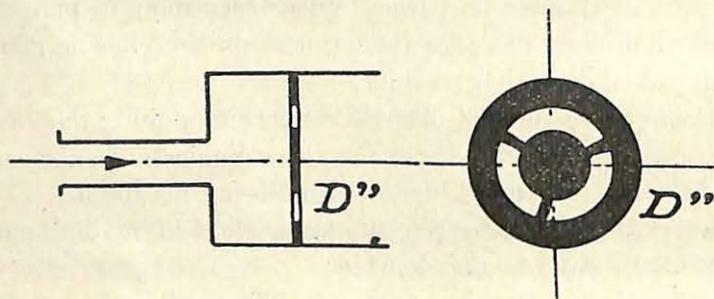


Fig. 21.

3°) Une nouvelle amélioration est apportée par un ajutage placé en K et dirigé vers le centre du disque D (voir fig. 23).

Non seulement, on ne constate plus d'étincelles, mais on ne recueille plus aucune particule, si fine soit-elle sur la feuille de papier de l'écran E. De plus, presque toute la limaille est ramassée en amont du disque.

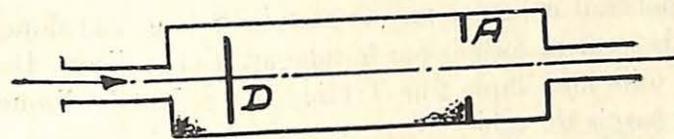


Fig. 22.

Ce dispositif avait été essayé d'abord dans l'espoir d'oxyder toutes les particules dans la chambre-arrêt, par choc contre le disque D; mais cela ne se réalisa pas: en effet, si on recueille la limaille accumulée en l et qu'on l'introduit dans la tuyauterie de la figure 23, on obtient encore des étincelles.

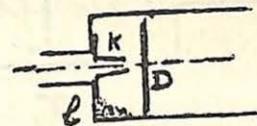


Fig. 23.

Il faudrait vérifier si la perte de charge occasionnée par l'ajutage K n'est pas trop élevée.

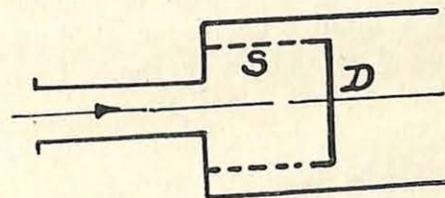


Fig. 24.

4°) Une solution radicale consisterait à recueillir toutes les particules dans une chambre perméable à l'air: ainsi

on pourrait imaginer un sac en toile S (fig. 24) dont les fonds seraient formés par le tube arrêt et le disque D, ou une toile métallique fine T (fig. 25) reliant le disque D aux parois du tube.

Mais ces organes ne résisteraient pas à l'humidité dont est chargé l'air comprimé.

Dans les systèmes simples des figures 19 et 23, on a constaté que l'humidité de l'air a pour effet d'amalgamer

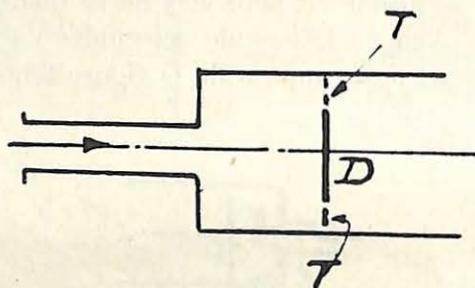


Fig. 25.

les particules qui se cimentent sur le disque et les parois du tube.

5°) En résumé, le système qui paraît présenter le plus de garantie consiste à établir un élément d'arrêt de grand diamètre, muni d'un disque et d'un anneau et, éventuellement, d'un ajutage intérieur. Tout élément de conduite et tout ajutage placé à sa suite doit être de cuivre ou de laiton, et il serait même souhaitable de réaliser le tube-arrêt lui aussi avec ce métal.

Le diamètre et la longueur du tube-arrêt sont à déterminer en fonction du diamètre de la tuyauterie.

Ce procédé assure-t-il une protection absolue?

On n'oserait l'assurer, car une seule particule qui s'échappe peut suffire à enflammer le grisou — pour

autant qu'une particule en soit capable — et on doit seulement considérer ce système comme diminuant le risque.

Il faudrait prendre soin de placer le tube arrêt horizontalement et surtout d'éviter d'incliner vers le bas l'extrémité de sortie, ce qui projetterait les particules dans la tuyauterie. »

* * *

Les essais de M. Bacq ne purent être continués par suite de travaux plus urgents et aussi parce que les dispositifs envisagés paraissent se prêter difficilement à l'adaptation aux nécessités de l'exploitation.

En août 1927, d'autres essais furent repris d'un point de vue général, c'est-à-dire sans limiter l'origine des étincelles aux tuyauteries d'air comprimé.

On adopta le meulage comme mode de production des étincelles, parce qu'il était le mieux à notre portée.

Voici le résumé de ces expériences conduites par M. l'Ingénieur Frupiat :

« Notre machine à meuler comportait un moteur électrique de 1/2 HP., alimenté par du courant continu à 110 volts. Sur le bout d'arbre, en porte-à-faux, nous pouvions caler des meules de matières diverses.

A l'aide de ce dispositif très simple, nous avons effectué au total 400 séances d'expériences, dont nous résumons ci-dessous les circonstances ainsi que les résultats.

En 1927, nos expériences ont été exécutées dans les dépendances de l'ancienne station de Frameries, en utilisant la cuve d'essai des appareils électriques antidéflagrants.

Pour faciliter la compréhension de ce qui va suivre, nous rappellerons comment cette installation était disposée.

La cuve, de forme rectangulaire et sans fond, reposait sur une aire en béton. Elle était fermée vers le haut par une feuille de papier.

Dans l'une des parois débouchait un injecteur à air comprimé entraînant à la fois le grisou et l'air nécessaire pour la réalisation du mélange inflammable (voir fig. 26).

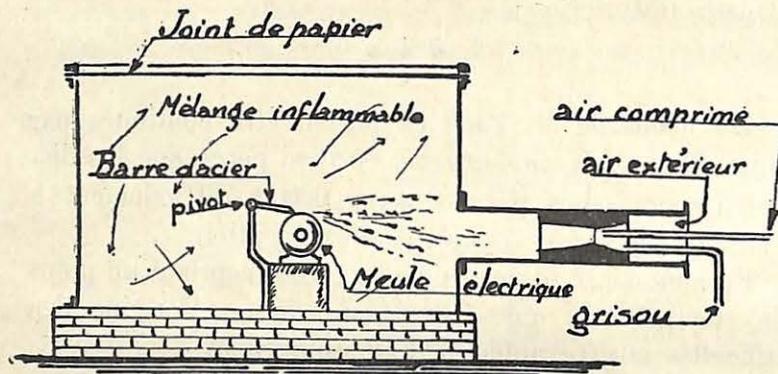


Fig. 26. — Dispositif de 1927 pour l'étude des étincelles.

Des perforations pratiquées dans la paroi opposée à l'arrivée du mélange facilitaient sa circulation.

La machine à meuler fut donc placée à l'intérieur de la cuve. Un dispositif très simple maintenait sur la meule la barre de métal à expérimenter.

A l'aide d'une meule en carborandum, nous avons meulé successivement des morceaux d'acier à outil, d'acier à canon et d'acier à aimant.

L'atmosphère grisouteuse remplissant la cuve et titrant de 8 à 10 % de méthane était tantôt en mouvement, tantôt au repos.

Enfin, les étincelles étaient projetées soit vers l'entrée, soit vers la sortie du mélange inflammable.

Pour augmenter la durée du contact entre le gaz et les particules et pour greffer un choc augmentant les chances d'inflammation, nous avons placé sur le trajet

de celles-ci, des obstacles tels que des planches ou objets métalliques.

Dans aucun cas, nous n'avons obtenu d'inflammation.

Sans plus de succès, nous avons fait intervenir des matériaux facilement inflammables (graisses, poussières de charbon, chiffons imprégnés de pétrole, amadou) sur lesquels nous dirigeons la gerbe d'étincelles.

Nous avons ainsi été amenés à conclure que la non-inflammation était due à l'importance relative du retard à l'inflammation du mélange grisouteux pour la température correspondant à celle des étincelles.

Nous nous sommes donc efforcés de diminuer ce retard en chauffant la barre à meuler.

Celle-ci fut entourée de spires de fil résistant (fil constantan) portées à haute température par le passage d'un courant électrique.

Ce dispositif nous a permis de porter l'extrémité des barreaux en contact avec la meule à une température de 400°.

Dans ces conditions, nous avons obtenu des gerbes nourries d'étincelles très brillantes sans réussir néanmoins l'inflammation du mélange.

Nous avons alors modifié une première fois notre dispositif expérimental.

Le mélange grisouteux fut réalisé dans un caisson en acier mesurant 0^m,400 × 0^m,400 × 0^m,400, pourvu d'ouvertures fermées par des feuilles de papier (voir fig. 27).

Un ventilateur, placé à l'intérieur, commandé de l'extérieur par une manivelle, permettait de brasser l'atmosphère interne après introduction d'une quantité déterminée de grisou mesurée à l'aide d'un compteur.

La meule et la barre d'acier étaient disposées de manière à lancer les étincelles sur une des ouvertures obstruées du caisson.

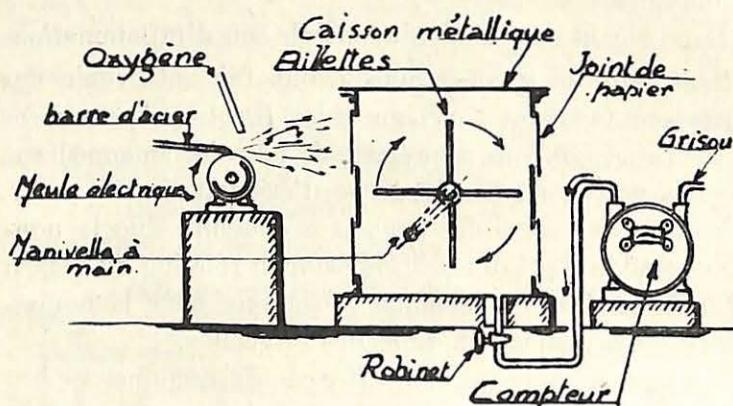


Fig. 27. — Second dispositif employé en 1927 pour l'étude des étincelles.

La meule étant mise en marche, on perçait la feuille de papier lorsque la gerbe d'étincelles paraissait suffisamment nourrie.

Bien que la barre meulée eut été portée à une température de 415° , nous n'avons pas enregistré d'inflammation, sauf une seule fois, et encore en dirigeant un jet d'oxygène sur la gerbe d'étincelles.

Nous avons alors chauffé le mélange inflammable. Celui-ci, préparé d'avance dans un gazomètre de laboratoire, était amené par un tuyau de caoutchouc dans un tube de porcelaine.

Par l'extrémité libre de ce tube, on lançait les étincelles, lesquelles circulaient « à contre-courant » dans le mélange inflammable.

L'échauffement du gaz fut réalisé à l'aide de spires chauffantes entourant le tube de porcelaine.

Comme on le verra plus loin, ce dispositif à contre-courant a été utilisé tel quel dans toutes nos recherches ultérieures.

Bien que le tube de porcelaine fût porté à une température de 600° , nous n'avons pas réussi à enflammer le mélange grisouteux en utilisant une meule d'acier rapide et différentes pierres siliceuses.

Nous avons eu les mêmes résultats négatifs avec une meule de carborandum et une barre d'acier à outil.

A partir de 1928, nous avons effectué nos recherches en utilisant exclusivement le dispositif décrit ci-dessus avec cette différence que le tube de porcelaine était remplacé par un tube de verre (voir fig. 28).

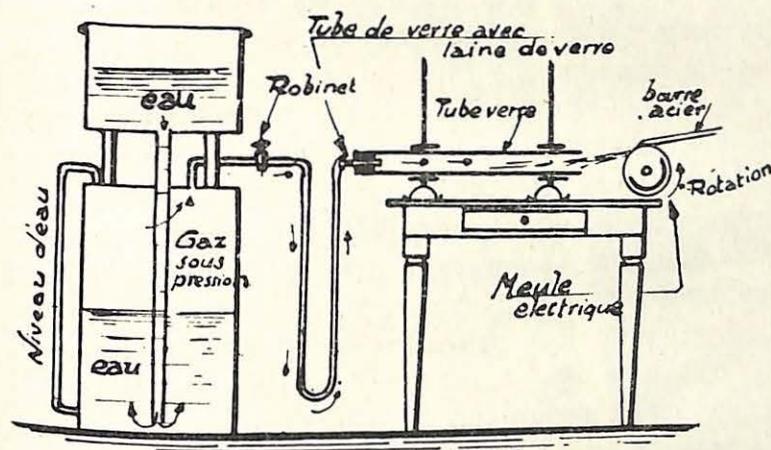


Fig. 28. — Dispositif utilisé depuis 1928 pour l'étude des étincelles.

Nous avons constaté d'abord que le meulage de barreaux d'aluminium et de cuivre donnait très peu d'étincelles.

Avec ces matériaux, nous n'obtenions pas de gerbes nourries comme c'était le cas pour le fer; par contre, nous avons constaté que les étincelles de fer allumaient aisément la poussière d'aluminium obtenue par meulage, laquelle, à son tour, provoquait l'inflammation du grisou.

Dans les mêmes conditions, la poussière fine de cuivre était inopérante.

Ces constatations montrent le danger pouvant résulter de frottements anormaux dans les turbo-ventilateurs à air comprimé pourvus d'aubages en aluminium.

Nous avons procédé ensuite à de nombreuses expériences au cours desquelles nous avons utilisé des mélanges d'air et de grisou naturel vivifié par des additions d'oxygène.

Le grisou naturel de notre Station possède, en effet, un pourcentage élevé d'azote dont la présence ne peut jouer qu'un rôle défavorable quant à l'aptitude à l'inflammation des mélanges grisouteux.

Nous avons commencé par ajouter des quantités d'oxygène dans des proportions telles que le rapport de l'oxygène à l'azote fût largement supérieur à la valeur caractérisant l'air pur (0,264).

Lorsque ce rapport est de 0,36, on obtient facilement des inflammations soit en meulant une barre d'acier avec une meule en carborandum ou de corindon, soit en meulant un morceau de grès avec une meule d'acier rapide.

Avec des teneurs inférieures en oxygène, les inflammations sont beaucoup plus difficiles.

Nous sommes parvenus cependant à enflammer un mélange présentant la composition ci-dessous :

CO ²	. . .	0,71	
O ²	. . .	20,97	
CH ⁴	. . .	8,10	Rapport $\frac{O^2}{N^2} = 0,299$.
N ²	. . .	70,22	

Nous n'avons pas eu d'inflammation avec d'autres mélanges analogues pour lesquels le rapport O²/N² variait aux environs de 0,29.

Nous avons recherché également si l'addition de quelques pour cents d'hydrogène facilitait l'inflammation.

Le résultat a été négatif avec les mélanges suivants :

CO ²	. . .	0,24	0,34	0,35	0,48
O ²	. . .	19,67	20,56	19,85	20,30
H ²	. . .	6,69	6,86	3,95	2,58
CH ⁴	. . .	8,86	6,15	5,78	6,98
N ²	. . .	64,54	66,09	70,07	69,66
Rapport $\frac{O^2}{N^2}$. . .	0,304	0,311	0,283	0,291

Mais nous avons eu inflammation avec le mélange répondant à la composition marquée ci-dessous :

CO ²	. . .	0,38	
O ²	. . .	20,31	
CH ⁴	. . .	9,09	Rapport $\frac{O^2}{N^2} = 0,308$.
H ²	. . .	4,34	
N ²	. . .	65,88	

Ces quelques résultats montrent que l'inflammation du grisou à l'aide de particules arrachées par meulage est très difficile, à moins qu'on ne fasse intervenir un corps facilement inflammable comme la poussière d'aluminium ou que l'on modifie la composition du gaz mis en oeuvre.

Nous nous sommes demandé si l'inflammation ne serait pas facilitée par la présence de matériaux s'oxydant plus énergiquement que le fer.

Nous avons été amenés ainsi à meuler des morceaux de ferro-silicium, mais cet alliage donne trop peu d'étincelles.

Néanmoins, nous avons constaté que les poussières de ferro-silicium facilitaient les inflammations du mélange grisouteux lorsqu'elles étaient atteintes par des étincelles.

Nous avons obtenu des inflammations avec deux mélanges présentant respectivement les compositions suivantes :

	%		%
CO ² . . .	0,26	N ² . . .	71,43
O ² . . .	19,64	CH ⁴ . . .	8,31
CH ⁴ . . .	8,09	O ² . . .	19,72
N ² . . .	72,01	CO ² . . .	0,54

Le rapport O²/N² est de 0,276 pour le premier et de 0,273 pour le second.

Il est encore nettement supérieur à celui qui existe dans l'air pur, mais il s'en rapproche cependant.

Il est à noter qu'avec les étincelles de fer seules, donc sans intervention de poussières étrangères, nous n'avons jamais enregistré d'inflammation lorsque la teneur en oxygène était aussi faible.

Nous avons aussi recherché si les poussières fines d'un charbon riche en matières volatiles ne pouvaient faciliter l'inflammation.

Nous avons garni le tube à grisou de poussières fines d'un charbon à 33 % de matières volatiles. La gerbe d'étincelles était dirigée sur les poussières.

Nous avons eu une inflammation alors que le rapport O²/N² du mélange était 0,258, soit inférieur au taux normal de l'air.

Le gaz avait la composition suivante :

O ² . .	19,20	CH ⁴ . .	6,4	N ² . .	74,4
--------------------	-------	---------------------	-----	--------------------	------

Malgré de nombreux essais, nous n'avons pu renouveler cette inflammation. »

* * *

Au début de 1930, notre attention ayant été de nouveau attirée sur l'air comprimé à la suite d'une inflamma-

tion survenue en décembre 1929 dans une mine belge, par suite de la rupture brusque d'un joint d'air comprimé, au pied d'une taille, nous avons monté la petite installation figurée au croquis ci-dessous (fig. 29).

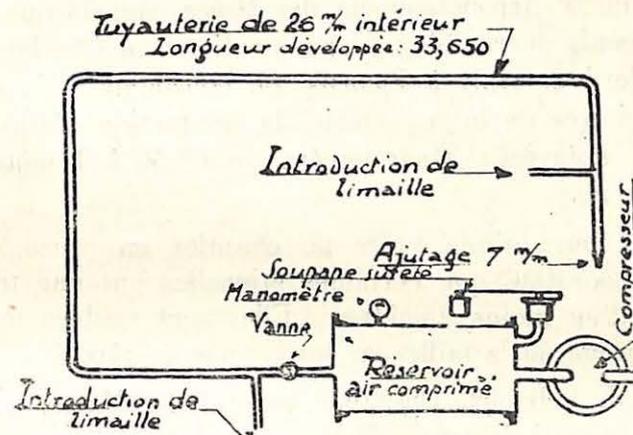


Fig. 29. — Premier dispositif 1930.

Une grosse difficulté est d'assurer le transport de la limaille sans provoquer immédiatement une obstruction des tuyauteries.

Il faut opérer d'une façon discontinue par petites pincées.

L'introduction des limailles, qui se faisait au début très près du réservoir d'air comprimé, fut reportée ensuite dans la dernière partie de la tuyauterie pour éviter les nombreux arrêts par obstruction.

Cet appareillage ne nous a donné que des résultats négatifs, bien que l'on pût voir nettement, dans l'obscurité, les étincelles sortant de l'ajutage de 7 millimètres de diamètre intérieur qui termine la tuyauterie.

Nous eûmes alors l'occasion d'étudier en grand un cas spécial : celui des étincelles jaillissant des tuyauteries du remblayage pneumatique.

**Les étincelles
du
remblayage pneumatique en mélange grisouteux.**

En mars 1930, M. Sténuît, Ingénieur en Chef-Directeur du 5^e Arrondissement des Mines, signala que, lors des essais de remblayage pneumatique au Charbonnage du Nord de Gilly à Fleurus, on constatait, à la sortie des pierres de la tuyauterie, la production d'étincelles assez nourries, généralement sur 0^m,50 à 1 mètre de longueur.

Au cours d'une visite au chantier en cause, nous avons constaté que certaines étincelles ont une trajectoire d'au moins 2 mètres. Elles sont visibles malgré l'éclairage de la taille par les lampes de sûreté.

M. J. Lebacqz, Directeur général des Mines, soumit la question à l'Institut National des Mines pour essais.

Le remblayage pneumatique présentait l'occasion d'étudier en grand un cas particulier des étincelles de l'air comprimé.

Nous nous mîmes immédiatement en rapport avec M. Ferauge, Directeur-Gérant du Charbonnage intéressé, en lui faisant connaître que nous ferions volontiers les expériences voulues, s'il pouvait nous fournir en prêt le matériel indispensable.

Nous avons rencontré auprès de la Direction de la mine toute l'aide désirable et notamment M. Jean Bockholtz, Ingénieur-Chef du Service des études, ne ménagea aucune peine pour nous aider à remplir tout le programme tracé.

Il collabora d'une façon active à la réalisation des expériences plus spécialement confiées à M. Frupiat, Ingénieur du Corps des Mines, attaché à l'Institut.

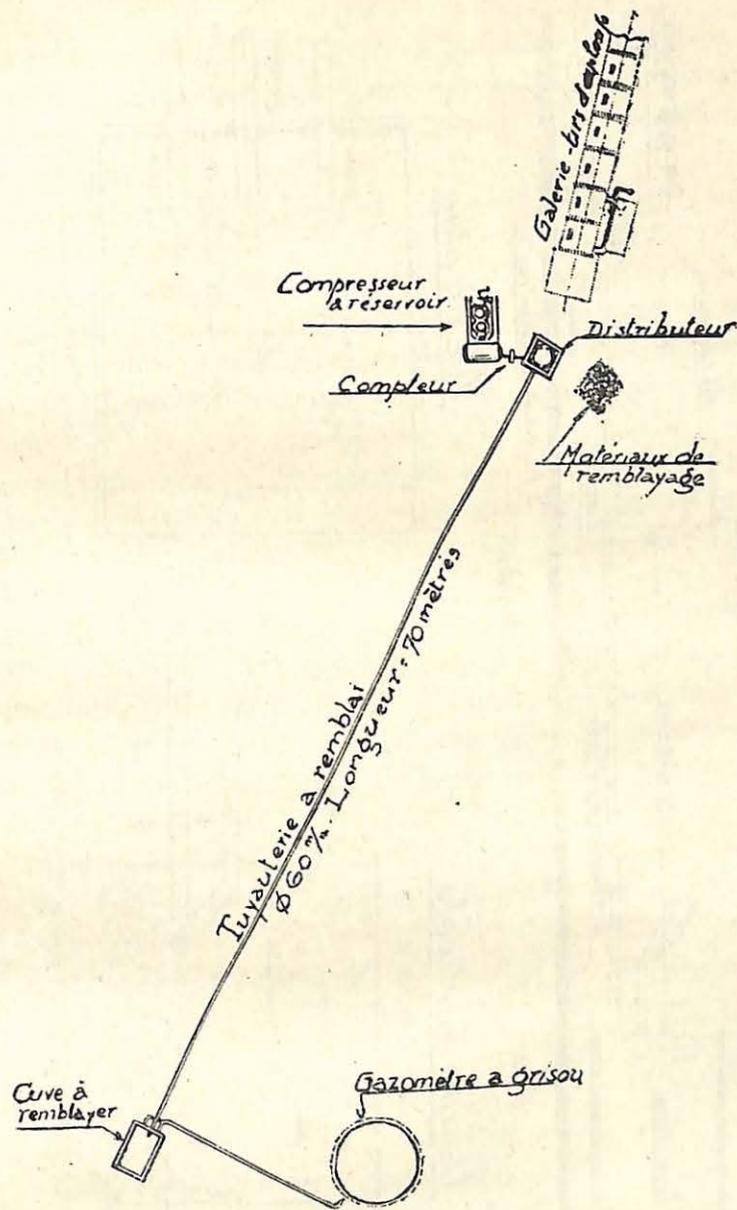


Fig. 30. — Disposition d'ensemble de l'installation d'étude du remblayage pneumatique.

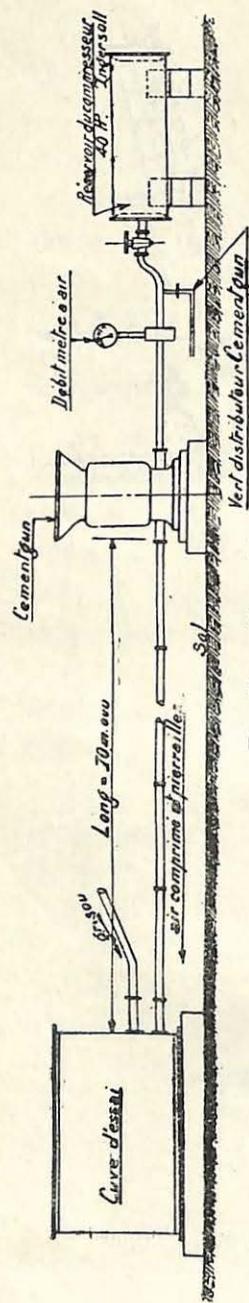


Fig. 31. — Ensemble.

Coupe verticale

Joint de papier

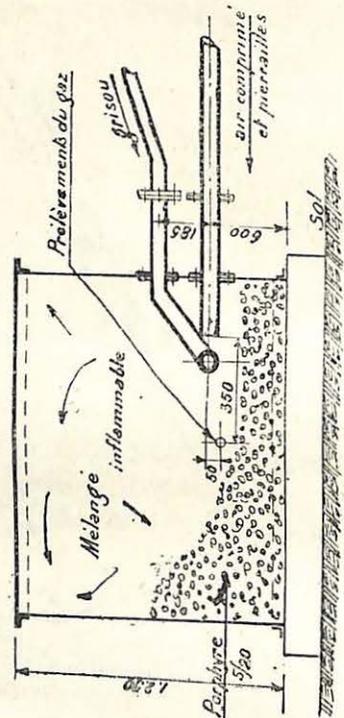
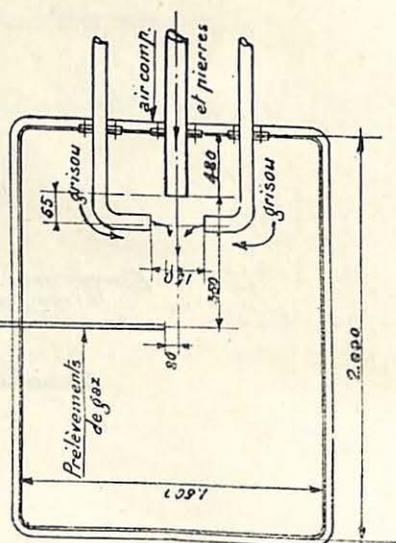


Fig. 32. — Détails de la cuve.

Vue en plan



Le Charbonnage intéressa à la question son fournisseur, la firme Ingersoll-Rand, qui mit obligeamment le matériel (compresseur et distributeur) à la disposition de l'Institut.

L'installation a été faite sur un pied industriel : un compresseur Ingersoll, avec commande par moteur à essence, d'une puissance de 40 HP., fut installé près de la galerie d'essai des explosifs; un appareil mélangeur du type utilisé pour le gunitage des galeries était disposé à côté et recevait les matériaux à véhiculer par l'air comprimé.

Une tuyauterie de 70 mètres de longueur — 60 millimètres de diamètre intérieur — reliait l'appareil-mélangeur à la cuve à remblayer, disposée à proximité de notre gazomètre à grisou.

La figure 30 représente l'installation dans son ensemble. Les figures 31 et 32 donnent certains détails : notre cuve à remblayer avait les dimensions suivantes : 2^m,20 × 1^m,50 × 1^m,20. Elle était munie d'un regard latéral, permettant d'observer la décharge de la tuyauterie à remblai.

Dans nos essais en plein jour, on ne voit que très rarement une étincelle suffisamment lumineuse pour être perçue.

Au chantier, au contraire, comme dit précédemment, les étincelles sont très visibles.

La partie supérieure de la cuve était fermée par une feuille de papier solide maintenue en place par un cadre en fer plat posé sur le bord supérieur de la cuve.

Celle-ci était percée, du côté opposé à l'arrivée du temblai, d'une série de trous de 10 millimètres de diamètre permettant l'échappement de l'air après dépôt du remblai.

Notre programme était de faire déboucher les premières étincelles dans un milieu inflammable et de maintenir l'inflammabilité de ce milieu pendant le remblayage.

L'alimentation en grisou fut, au début, difficile à réaliser. On avait imaginé d'abord de ménager, dans la tuyauterie d'arrivée du remblai, un ou deux tronçons de petite longueur recevant le grisou par des ajutages savants disposés de manière à lancer le grisou en spirale de façon à réaliser un mélange homogène.

Mais ces ajutages se montrèrent totalement insuffisants; une tuyauterie supplémentaire amenant, en plus, du grisou dans la cuve même, ne parvenait pas à maintenir l'inflammabilité du mélange pendant plus d'une minute.

Une tuyauterie plus large dut être montée entre le gazomètre et la cuve d'essai et finalement, elle fut doublée et disposée suivant le dispositif représenté à la figure 32 : deux tuyauteries de 54 millimètres de diamètre intérieur débouchent perpendiculairement au jet de remblai, à 55 millimètres de l'orifice de la tuyauterie.

Vu le débit du compresseur, nous devons fournir environ 600 litres de grisou par minute pour maintenir l'inflammabilité de l'atmosphère de la cuve. On comprend donc les difficultés de réalisation exposées ci-dessus.

Une fois la double tuyauterie montée, nous n'avons plus eu aucune difficulté du côté alimentation du grisou.

Dans la cuve même, un tuyau métallique de 6 millimètres de diamètre intérieur, débouchant dans la gerbe de pierres à 350 millimètres de l'orifice de décharge, nous permettait de faire des prises de gaz au début de chaque essai et plusieurs fois pendant la durée de l'essai, pour s'assurer du maintien de l'inflammabilité du mélange.

Si une de ces vérifications faisait constater que le mélange n'était plus inflammable, on ne retenait de l'essai que la durée jusqu'à dernier prélèvement positif.

D'autre part, entre le réservoir du compresseur et le distributeur, se trouvait intercalé un compteur permettant de vérifier la régularité de fonctionnement de ce côté. Un homme se trouvait au distributeur pour l'alimenter et surveiller son bon fonctionnement.

Plusieurs essais ont dû être éliminés naturellement du fait d'engorgements dans les tuyauteries ou d'autres circonstances. Nous ne retenons dans les tableaux qui suivent que ceux qui se sont développés normalement.

L'essai était conduit de la manière suivante : le grisou est admis deux minutes environ avant l'arrivée du remblai : de cette manière, on faisait déboucher les premières étincelles en mélange inflammable. Pendant le fonctionnement, on effectuait deux fois, trois fois ou plus, des prélèvements de contrôle de manière à les répartir à peu près régulièrement sur la durée de l'essai.

Douze séries d'expériences ont été faites, échelonnées d'avril à juillet 1930. Les quatre premières et la sixième ont été effectuées avec des grenailles de porphyre de Lessines, pierre très dure et siliceuse, que nous avons plus facilement sous la main en éléments petits.

La cinquième série eut lieu avec des schistes de lavoir mélangés à des schistes pyriteux, c'est-à-dire avec un mélange réputé dangereux et pouvant se rencontrer dans la mine.

La matière de remblayage au Charbonnage du Nord de Gilly est constituée par des schistes de lavoir criblés au tamis à perces rondes de 60 millimètres et rincés à l'eau de façon à enlever le poussier. C'est cette matière qui nous a servi, mais après addition d'éléments pyriteux pour rendre l'épreuve plus dure.

Pour la série 7, nous avons utilisé des grenailles de porphyre additionnées de limailles de fer, voulant essayer un mélange auquel on a prêté souvent un caractère dangereux.

En effet, les étincelles à la décharge des tuyauteries d'air comprimé ont, parmi les sources possibles, les plus fréquentes, les parcelles de métal arrachées à la tuyauterie.

Les essais 8 et 10 ont eu lieu avec des grenailles de grès houiller, matières siliceuses bien aptes à donner des étincelles et sujettes à se rencontrer dans les matériaux de remblayage du fond.

Les séries 11 et 12 ont utilisé ces mêmes grenailles, mais additionnées intentionnellement d'une certaine quantité de limaille de fer.

De plus, comme la production d'étincelles dans les fluides ou solides en mouvement est vraisemblablement liée à des phénomènes de charges électriques (voir à ce sujet notamment les travaux du « Safety in Mines Research Board ») et que ces charges ne peuvent acquérir une importance que dans des espaces soigneusement isolés, nous avons, dans les séries 6, 7 et 8, isolé électriquement le dernier tronçon de la tuyauterie à remblai.

Voici le tableau résumant nos divers essais :

Première série d'essais.

Pas de résultats intéressants : ce sont des essais de réglage.

Deuxième série d'essais.

N° essai.	Durée.	Teneur en méthane des prélèvements successifs.						Matériaux employés.
		1 ^{re} prise	2 ^{me} prise	3 ^{me} prise	4 ^{me} prise	5 ^{me} prise	6 ^{me} prise	
1	2'30"	7,5						Grenailles de porphyre.
2	2'	> 14,0						
3	2'	10-12	> 14					
4	2'	7,0						

Troisième série d'essais.

1	4'	6,0	8,0	8,0				Grenailles de porphyre.
2	2'	7,0	8,9					
3	1'30"	7,5						
4	2'15"	9,5	9,5	10,0				
5	5'	7,5	7,5	8,5	infl. (1)			
6	2'30"	8,0	8,25					
7	2'30"	7,5	7,0	9,0				

Quatrième série d'essais.

1	2'	6,25	6,25					Grenailles de porphyre.
2	7'45"	9,5	10,0	10,0	10,5			
3	5'	11,5	11,0	11,0				
4	6'30"	7,5	8,0	8,5	8,5			

Cinquième série d'essais.

1	3'	—	6,7					Schistes de la-voir mélangés à schistes pyriteux.
2	6'30"	7,0	8,5	8,5	10,0			
3	4'	7,0	8,0					
4	2'30"	(2)						
5	3'	7,0	7,5					
6	7'	7,0	7,5	7,5	8,5			
7	12'30"	6,0	7,5	8,0	7,5	8,0	8,0	

Sixième série d'essais.

1	5'	10,5	9,75	10,5				Grenailles de porphyre.
2	8'	9,0	9,0	9,0	9,5			
3	5'	7,5	7,75					
4	8'	7,25	8,0	7,75	7,75	7,75		

(1) Inflammable, donc de 6 à 14 %.

(2) Pas inflammable, mélange trop riche.

N° essai.	Durée.	Teneur en méthane des prélèvements successifs.						Matériaux employés.
		1 ^{re} prise	2 ^{me} prise	3 ^{me} prise	4 ^{me} prise	5 ^{me} prise	6 ^{me} prise	
Septième série d'essais.								
1	30"	10,0						Grenailles de porphyre additionnées de limaille.
2	2'	10,0	8,0					
Huitième série d'essais.								
1	7'	7,5	7,75	8,5	7,5			Grenailles de grès houiller.
2	5'30"	9,5	9,75	10,25				
3	3'	9,25	9,25					
4	2'	9,0						
Neuvième série d'essais.								
1	45"	10,5						Grenailles de grès houiller.
2	2'	7,75						
Dixième série d'essais.								
1	1'30"	6,5	8,0					Grenailles de grès houiller.
2	1'	9,0						
3	2'	9,5						
4	2'	10,5						
5	1'	10,5						
6	3'	9,75	9,5					
7	5'	7,5	7,25	6,5				
Onzième série d'essais.								
1	1'	10,25						Grenaille de grès houiller additionnée de limaille.
2	6'30"	10,0	7,0	8,0				
Douzième série d'essais.								
1	4'	7,0	7,0	7,5				Mêmes matériaux que pr la 11 ^{me} série, avec nouvelle addition de limaille.

Nous n'avons enregistré aucune inflammation, bien que l'on ait fait varier la matière du remblayage en utilisant les matériaux présumés les plus dangereux, que l'on ait utilisé les teneurs de l'atmosphère inflammable les plus critiques, que l'on ait aggravé les conditions de l'expérience en isolant électriquement le dernier tronçon de la tuyauterie.

* * *

Cependant, nous avons poursuivi nos recherches en vue de reproduire les inflammations survenues dans les travaux miniers sous l'effet d'un jet d'air comprimé, car si nous pouvions reproduire ce phénomène, nous en connaîtrions sans doute les causes et les remèdes.

Nous avons donc réalisé la petite installation suivante qui reproduit exactement la manoeuvre — interdite chez nous depuis certains accidents — que ferait un ouvrier en voulant purger, par un jet d'air comprimé, la tête d'un montage remplie de grisou (fig. 33).

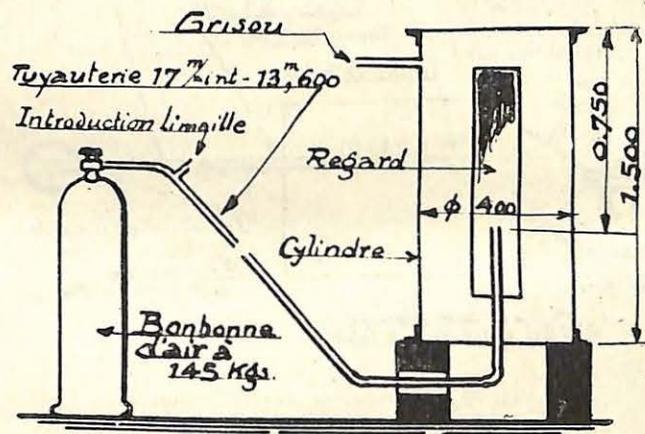


Fig. 33. — Second dispositif 1930 pour l'étude des étincelles de l'air comprimé.

Comme on le voit, une bonbonne d'air comprimé à 145 kilogrammes nous permet d'effectuer une chasse dans un récipient métallique, muni d'une glace d'observation, dont la partie supérieure est remplie de grisou.

De la limaille de fer fine (éléments de 1 à 1,45 millimètre) est introduite par un té avant chaque chasse.

Dix essais de 10 secondes n'ont donné aucune inflammation. En reprenant ces essais la nuit, on constate, par la glace d'observation, que l'intérieur du récipient est illuminé par les particules incandescentes sortant de la conduite.

Comme ce dispositif ne permettait pas aisément de connaître la composition du gaz dans la partie supérieure de la cloche, nous avons procédé ensuite en faisant déboucher la gerbe d'étincelles dans notre cuve d'essais des appareils électriques remplie d'un mélange grisou-titré (fig. 34).

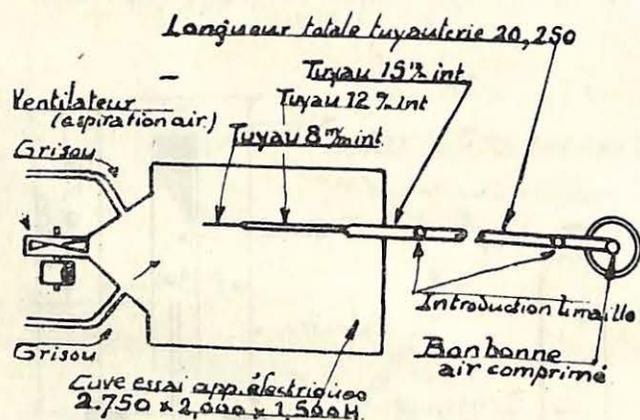


Fig. 34. — Troisième dispositif 1930.

Des essais avec 6 et 7 % de méthane ont été négatifs. Il est à noter que les prises de gaz ont été faites pendant les essais dans la gerbe même d'étincelles.

particules au moment où elles pénètrent dans le milieu inflammable.

En décembre, nous avons utilisé le dispositif représenté dans le croquis ci-annexé (fig. 35) et constitué comme suit :

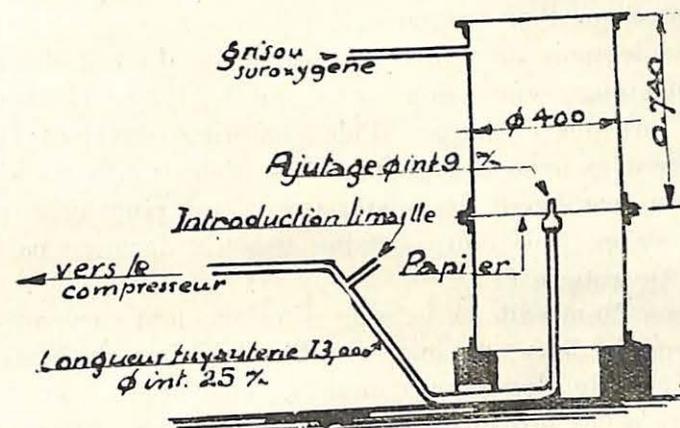


Fig. 35.

Nous effectuons des chasses d'air comprimé dans une cloche verticale dont la partie supérieure est remplie de grisou, de façon à reproduire aussi exactement que possible la manoeuvre d'un ouvrier purgeant la partie supérieure d'un montage infestée de grisou.

Cette manoeuvre a, en effet, provoqué plusieurs inflammations.

Les chasses d'air à haute pression sont lancées par une conduite de fer, d'une longueur de 13 mètres et d'un diamètre intérieur de 25 millimètres dans la cloche précitée.

Sur la tuyauterie, est disposé un ajustage par où l'on introduit de la limaille emportée par l'air.

A l'extrémité de la conduite d'air est placé un bout de tuyau d'un diamètre de 9 millimètres dans le but d'accroître, par un choc violent, l'état incandescent des particules au moment où elles pénètrent dans le milieu inflammable.

Nous avons réalisé dans ces conditions six essais sans obtenir l'inflammation du mélange.

Le grisou était additionné d'oxygène dans des proportions telles que la valeur du rapport *oxygène/azote* était de 0,297, c'est-à-dire que le mélange était plus riche en oxygène que l'air ordinaire.

Dès le mois de juin, lors des essais du remblayage pneumatique, nous avons pensé que les étincelles observées lors des décharges d'air comprimé devaient être apparentées avec des phénomènes d'électricité statique dus au frottement des matériaux. C'est pour cela que nous avons isolé dans certains essais la dernière partie de la tuyauterie (1).

Dans l'intervalle, à la suite d'un accident survenu en septembre dans une mine du Pas-de-Calais, la Station française de Montluçon commença en octobre à étudier les étincelles provenant des tuyauteries d'air comprimé; elle arriva rapidement à la conclusion qu'il s'agissait de décharges électriques.

Le rapport mensuel de décembre de nos Collègues français, avec qui nous échangeons mensuellement le rapport sommaire de nos travaux, nous fit connaître qu'ils étaient parvenus à tirer des étincelles de l'armature métallique isolée d'un tube en caoutchouc terminant une tuyauterie d'air comprimé.

Nous en vinmes alors, vu l'insuccès de tous nos essais de réaliser l'inflammation en grand, dans des dispositifs rappelant les conditions réelles des accidents survenus dans les mines, à isoler en quelque sorte les étincelles observées et à mieux séparer : 1) la production des

(1) Le service britannique (« Safety in Mines Research Board », paper n° 43, 1928, Spontaneous electrification in dust clouds by, S. C. Blacktin) a déjà étudié le phénomène de l'électrification spontanée des nuages de poussières en ayant plus spécialement en vue les nuages de poussières de charbon.

Les phénomènes de charges électriques dans ces divers nuages sont analogues à ceux observés dans les décharges d'air comprimé.

Le présent rapport était déjà sous presse lorsque nous avons eu communication, grâce à l'amabilité de M. le professeur Wheeler, de la suite de l'étude rappelée ci-dessus. Ce second rapport, non encore publié, arrive à des conclusions très semblables aux nôtres.

étincelles; 2) l'inflammation éventuelle proprement dite.

Nous en sommes donc revenus à l'analyse du phénomène en le décomposant.

Réutilisant en partie une des installations décrites précédemment, nous avons disposé l'expérience suivant le schéma de la figure 36.

Le matériel comprend :

Un compresseur A actionné par moteur électrique;

Un réservoir à air B, ces deux appareils non représentés au croquis;

Une conduite C en tubes d'acier (diamètre intérieur 21 millimètres) se terminant par un bout convergent, de même métal, d'une ouverture de 9 millimètres;

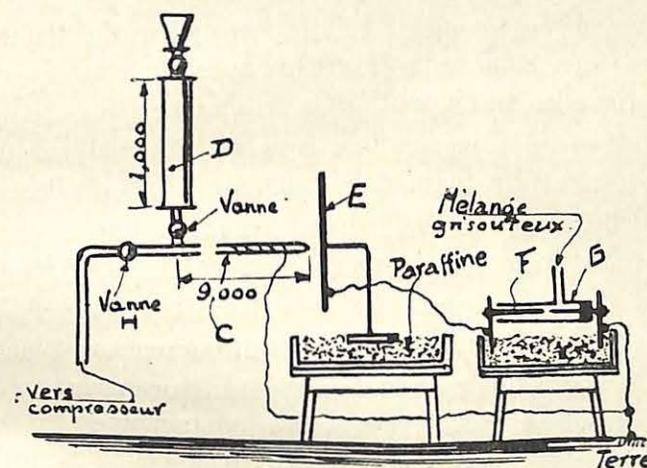


Fig. 36. — Inflammation du grisou par les étincelles de l'air comprimé.

Un tube D de 50 millimètres de diamètre intérieur, de 1 mètre de hauteur, muni d'un entonnoir et de deux robinets à boisseau, l'intervalle compris entre ces deux derniers servant de magasin pour les matériaux à expérimenter.

La manoeuvre de la vanne voisine H provoque des chasses d'air entraînant les poussières.

Un disque E isolé à l'aide de plaques de paraffine et placé à une distance variable de l'orifice de la conduite.

Un éclateur F dont l'une des pointes est connectée au disque et l'autre à la terre.

Nous avons utilisé uniquement du sable maigre. Celui-ci emmagasiné au préalable dans le tube D est lancé par des chasses d'air à une pression variant entre 3 et 4 kilogrammes.

Nous avons recherché d'abord l'importance des charges électriques mises en jeu. Nous avons utilisé comme collecteur de charges, deux disques en tôle galvanisée ayant respectivement 40 et 65 centimètres de diamètre.

Dans ces conditions, nous avons obtenu à l'éclateur des étincelles atteignant 4,65 millimètres de longueur.

La distance séparant le disque de l'orifice paraît ne pas avoir d'influence sur la longueur des étincelles.

En dirigeant un jet de gaz d'éclairage sur l'étincelle de l'éclateur, nous obtenions aisément inflammation.

Mais ce dispositif utilisé avec le grisou de la Station ne nous a pas permis d'obtenir d'inflammation.

C'est alors que nous avons préféré préparer un mélange inflammable et l'amener en contact avec les pointes de l'éclateur dans un espace plus ou moins confiné.

Ce desideratum a été réalisé par un simple tube de verre G entourant les pointes de l'éclateur; une extrémité est fermée par un bouchon en caoutchouc et un ajutage perpendiculaire amène le mélange grisouteux inflammable.

Nous avons obtenu alors aisément des inflammations; nous avons même pu constater qu'il était possible d'en-

flammer des mélange d'air et de grisou avec des étincelles de 1 millimètre à peine.

Les mélanges mis en oeuvre présentaient les compositions suivantes indiquées ci-dessous :

	Mélange I.	Mélange II.
CO ²	1,26	0,5
O ²	18,23	18,68
CH ⁴	10,50	9,25
N ²	70,01	71,57

Nous allons poursuivre ces essais, maintenant que la possibilité d'inflammation du grisou est matériellement établie, en recherchant les conditions où le phénomène peut se produire, en mesurant les énergies mises en cause, en tâchant de produire les décharges non plus sur un disque, mais sur des objets réels de la mine.

Déjà, nous avons vérifié que l'emploi d'un tube de fer de 50/56 millimètres de diamètre, de 5 mètres de longueur, placé horizontalement perpendiculairement au tube d'arrivée de l'air comprimé, dont il reçoit la chasse, permet d'obtenir à l'éclateur des étincelles de 6 à 7 millimètres.

Un simple fil vertical en fer galvanisé, de 2 millimètres de diamètre, tendu devant l'orifice du tuyau d'air comprimé nous a donné des étincelles atteignant 13 millimètres. Il en a été de même lorsque nous avons utilisé, devant l'orifice, un bloc de charbon, un bloc de grès, un bloc de calcaire (1).

(1) Ultérieurement, préoccupés de reproduire les conditions d'un accident survenu en décembre 1929 par suite de la rupture d'un joint par manchon métallique au raccord de deux parties souples de tuyauterie, nous avons modifié notre installation comme suit : le dernier tronçon de notre canalisation d'air comprimé a été constitué d'un tube en caoutchouc, terminé par un manchon métallique; nous avons tiré de ce manchon, directement, des étincelles susceptibles d'enflammer le grisou. Or, cette terminaison reproduit exactement celle de la tuyauterie libérée par lâchage du joint dans l'accident rappelé plus haut.

Ces constatations, montrent la possibilité des inflammations qui ont d'abord paru surprenantes. Heureusement, les conditions d'isolement voulues seront rarement réunies dans les travaux souterrains, mais le problème doit être suivi afin d'indiquer les conditions les meilleures pour éviter toute élévation dangereuse de potentiel. Dès à présent, on peut conclure qu'il faut que la tuyauterie soit à la terre et surtout les derniers tronçons. Les parties souples, généralement en caoutchouc, ont une armature métallique dont la mise à la terre s'indique également. Il faudra revenir sur ce sujet après nouvelles expériences.

Remarquons en terminant que les derniers essais prouvent que l'on a à faire à des décharges électriques; les recherches faites antérieurement sur certaines poussières jugées plus dangereuses — telles la limaille de fer, les schistes pyriteux, etc. — perdent beaucoup de leur sens. Les poussières mises en mouvement par le jet d'air comprimé peuvent très bien provenir non seulement de la tuyauterie, mais des parois frappées par le jet ou des poussières en suspension dans l'air.

En réalité, les étincelles provoquées par les jets d'air comprimé devraient à l'avenir passer de la catégorie des étincelles de choc à celle des étincelles électriques.

Les étincelles du courant électrique

Un douloureux accident survenu au début de 1930 a attiré l'attention sur cet objet.

Tous les exposeurs et, en général, tous les appareils électriques qui renferment une self, donc des enroulements, sont dangereux.

Nous avons eu souvent l'occasion de démontrer le danger à nos visiteurs.

Ce danger s'étend jusqu'au plus petits exposeurs magnéto-électriques.

Tout récemment, nous avons eu à étudier la possibilité d'une inflammation par un circuit de huit piles Leclanché alimentant une sonnerie. Le risque n'est pas nul et devient grave si l'on augmente la self du circuit.

Nous donnons ci-dessous la note rédigée par M. l'Ingénieur Frupiat sur ces essais.

Nos expériences ont porté sur les étincelles accompagnant la rupture d'un circuit composé d'une sonnerie trembleuse et d'une source de courant à faible tension soit une batterie de piles Leclenché, soit une batterie d'accumulateurs.

Nous avons été amenés à expérimenter des étincelles de l'espèce en milieu grisouteux à la suite d'une question qu'avait posée M. l'Ingénieur en Chef Lebens, Directeur du 8^e Arrondissement des Mines à Liège, au sujet d'un système de signalisation envisagé dans une voie d'entrée d'air d'un charbonnage classé dans les mines grisouteuses de deuxième catégorie.

Ce système, destiné à desservir un trainage mécanique, comporte deux conducteurs nus en fer galvanisé, isolés l'un de l'autre et tendus parallèlement, à 150 millimètres l'un de l'autre, dans une galerie de roulage de 1.000 mètres environ de longueur, une sonnerie trembleuse et une batterie de piles Leclenché.

Ce dispositif très simple permet de transmettre, de n'importe quel point de la galerie, un signal à l'extrémité de la ligne; il suffit, en effet, d'établir un contact d'une manière quelconque entre les deux conducteurs.

La question se posait de savoir si les étincelles jaillissant du contact des conducteurs ou à l'intérieur même de la sonnerie étaient capables ou non d'enflammer un mélange grisouteux.

Dans le cas qui nous occupe, le circuit de signalisation comporte une « self » consistant dans l'électro-aimant de la sonnerie.

Les deux noyaux en fer doux de cet électro-aimant, la pièce à laquelle ils sont rivés et l'armature mobile portant le marteau du timbre constituent un circuit magnétique qui est le siège d'un flux dès que les enroulements entourant les noyaux sont parcourus par un courant.

L'établissement du flux magnétique absorbe une certaine quantité d'énergie s'exprimant en joules par la formule :

$$\frac{L \cdot I^2}{2} \quad \text{dans laquelle :}$$

I est l'intensité en ampères du courant après fermeture du circuit alimentant l'enroulement;

L, le coefficient de self.

D'autre part, la suppression de ce flux par ouverture du circuit d'alimentation libère la même quantité d'énergie, laquelle est consommée en partie par effet Joule dans les conducteurs, en partie aussi dans l'étincelle jaillissant à l'endroit où le circuit est ouvert.

L'étincelle de rupture est plus visible que celle accompagnant la fermeture du circuit et a pour effet d'échauffer le milieu ambiant.

Il est donc à prévoir que si ce milieu est inflammable, il pourra dans certains cas être porté à sa température d'inflammation et entrer en combustion.

DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Au cours de nos recherches, nous avons utilisé un matériel très simple, comportant :

1°) une chambre d'explosion de forme cylindro-cônique fermée par un couvercle de bois et renfermant un rupteur.

Celui-ci est constitué par un axe coudé qu'on actionne de l'extérieur et qui accroche une lame flexible en laiton fixée à la chambre par un support isolant.

2°) un gazomètre de 250 litres renfermant le mélange grisouteux à étudier et raccordé par un tube de caoutchouc à la chambre d'explosion.

Comme il est indiqué au schéma (fig. 37), la partie électrique de notre dispositif d'expérience comportait :

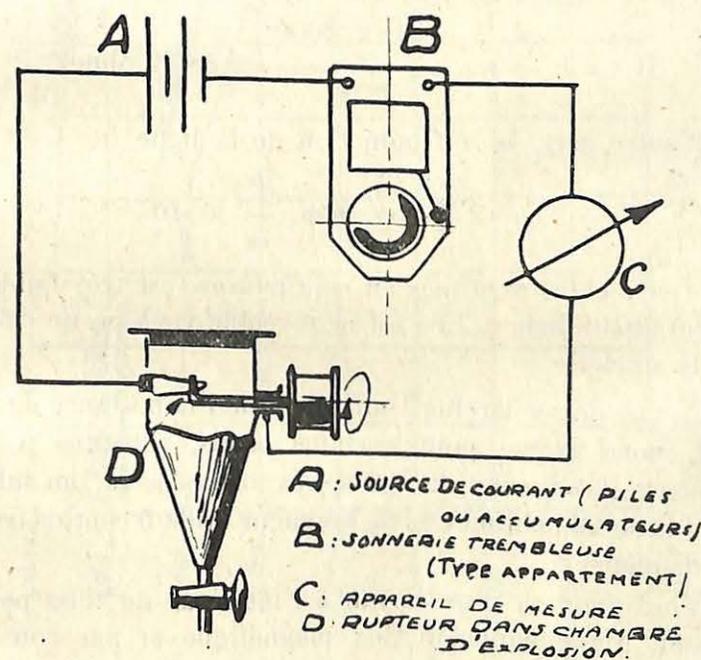


Fig. 37. — Dispositif d'essai des étincelles électriques.

- 1°) une source de courant A (piles ou accumulateurs);
- 2°) une sonnerie trembleuse B (type d'appartement);
- 3°) un ampèremètre de mesure C;
- 4°) le rupteur D dans sa chambre d'explosion.

Il est à noter qu'au cours de tous nos essais, l'armature mobile de la sonnerie a été maintenue appliquée contre les noyaux en fer doux, ce qui a eu pour effet d'augmenter la valeur du flux.

Ce dispositif représente le cas où le contact se donnerait, dans la galerie de traînage tout à proximité de la sonnerie. Ce sont les conditions les plus dangereuses, car elles correspondent à l'intensité maximum que peut débiter la source de courant, nous avons donc la plus grande énergie mise en cause. La résistance de la ligne (fer galvanisé, 3 mm. de diamètre) est de

$$R = r \frac{l}{s} = \frac{0,1 \times 2000}{7,06} = 28,32 \text{ ohms.}$$

D'autre part, la self-induction de la ligne

$$2 L \log. \text{ nép. } \frac{d^2}{r^2} \times 10^{-9}$$

L, d et r étant exprimés en centimètres, est très faible, soit 0,00108 henry. Elle est négligeable vis-à-vis de celle de la sonnerie.

En vue de rechercher l'influence de l'importance de la self, nous avons, pour certains essais, substitué à la sonnerie une bobine de 580 spires disposées sur un tube en tôle de 20 centimètres de longueur et de 5 centimètres de diamètre.

L'introduction d'un noyau à l'intérieur du tube permettait d'augmenter le flux magnétique et par conséquent l'énergie de self mise en jeu.

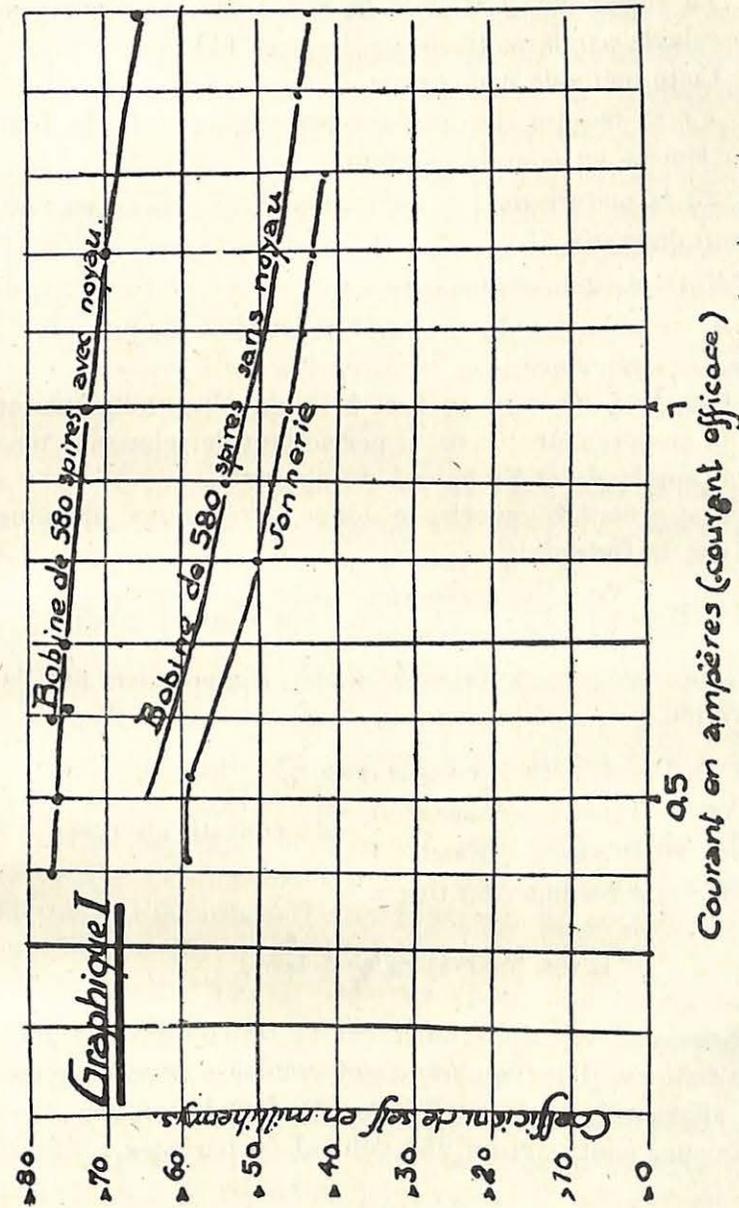


Fig. 38 — Diagramme des coefficients de self des divers éléments utilisés dans le circuit.

La valeur du coefficient de self L fut déterminée au préalable par la méthode de Joubert (1).

Cette méthode comporte :

1°) la mesure de la résistance ohmique R de l'enroulement en courant continu;

2°) la mesure de son impédance $\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ en courant alternatif.

R = résistance ohmique;

ω = pulsation du courant alternatif = $2\pi f$;

f = fréquence.

Ces deux mesures se font à l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre; ceux-ci permettent de relever la tension appliquée et l'intensité du courant.

Une première expérience donne la résistance ohmique R par la formule :

$$R = \frac{V_c}{I_c} \quad \left. \begin{array}{l} V_c = \text{Tension} \\ I_c = \text{Intensité} \end{array} \right\} \text{ du courant continu.}$$

Une seconde expérience donne l'impédance par la formule :

$$\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} = \frac{V_e}{I_e}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_e = \text{Tension efficace} \\ I_e = \text{Intensité efficace} \end{array} \right\} \text{ du courant alternatif.}$$

De cette formule, on tire :

$$L \text{ (en henrys)} = \sqrt{\frac{\left(\frac{V_e}{I_e}\right)^2 - R^2}{\omega^2}}$$

Nous avons utilisé comme source de courant continu, une batterie d'accumulateurs et comme source de courant alternatif, le réseau d'éclairage dont la tension et la fréquence sont environ 230 volts et 50 périodes.

(1) Voir mesures électriques par Eric Gérard, 4^e édition, 1912, p. 406 (Gauthier-Villars, à Paris)

Les résultats des mesures sont reportés dans le graphique I (fig. 38), dans lequel figurent la valeur du coefficient de self exprimée en millihenrys en fonction de l'intensité du courant alternatif employé pour la mesure.

Il convient de noter que nous n'attribuons à ces mesures qu'une valeur comparative, car elles ne correspondent pas d'une manière adéquate aux phénomènes de désaimantation accompagnant la rupture d'un circuit alimenté par du courant continu.

Néanmoins, nous utiliserons le graphique pour déterminer l'énergie de self $\frac{L.I^2}{2}$ mise en jeu au cours de nos expériences.

Comme le coefficient L est fonction de la valeur maximum du flux qui dépend elle-même de l'intensité maximum du courant, nous choisirons pour chacune de nos expériences la valeur de coefficient de la manière suivante :

A un courant alternatif d'intensité efficace I_e , correspond un courant maximum $I_e \sqrt{2}$

Nous supposons évidemment que la forme de la courbe de la tension appliquée est sinusoïdale.

Le flux maximum dont la self est le siège est donc le même que l'enroulement soit parcouru par un courant alternatif d'intensité efficace I_e ou par un courant continu d'intensité $I_e \sqrt{2}$

Il en résulte que la valeur du coefficient L pour un courant continu I est donnée au graphique par l'ordonnée correspondante à un courant alternatif $I\sqrt{2}$

Ainsi, par exemple, le coefficient de self de la bobine de 580 spires sans noyau pour un courant continu de 1 ampère est de 60 millihenrys, valeur de ce coefficient pour un courant alternatif de 0,707 ampère.

L'énergie $\frac{LI^2}{2}$ correspondante est de

$$\frac{0,06 \times (I)^2}{2}$$

= 0,030 joules ou 30 millijoules.

Les mélanges gazeux que nous avons expérimentés étaient composés de grisou naturel de la Station et d'air avec addition d'oxygène, celle-ci ayant pour objet de compenser l'azote du grisou naturel jusqu'à obtention d'un rapport O/N = 0,264 identique à celui caractérisant l'air pur.

Toutefois, pour bon nombre de mélanges, il y a eu excès d'oxygène, ce qui, conformément à des recherches effectuées dans d'autres domaines, a pour effet d'aggraver le risque d'inflammation.

Nous avons exécuté trois séries d'expériences.

La teneur en méthane était de 6 % environ pour la première série, comprise entre 8 et 10 % pour la seconde et supérieure à 10 % pour la troisième.

Les résultats les plus intéressants de ces expériences sont résumés dans les tableaux suivants.

Suivant qu'il y a inflammation ou non, nous donnons soit le courant minimum mis en oeuvre, soit le courant maximum.

Nous indiquons chaque fois la valeur du rapport O/N et celle exprimée en millijoules de l'énergie libérée par la self lors de l'ouverture du circuit.

RESULTATS des EXPERIENCES

Première série d'expériences.

(Mélange renfermant environ 6 % de méthane.)

Mélange I	}	CO ²	0,21	O ² — = 0,269 N ²
		O ²	19,79	
		CH ⁴	6,38	
		N ²	73,62	

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. × Infl. 0 Pas infl.
8 piles Leclenché en série + 2 accumulateurs au plomb .	Sonnerie	0,75	16,4	0
	Bobine de self avec noyau (1)	0,83	26,0	0
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché .	Bobine de self avec noyau	0,90	30,8	0
	2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,90	22,4
	Bobine de self sans noyau	1,30	43,9	×
	Bobine de self avec noyau	1,30	61,0	×
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 2 accumulateurs au plomb	Sonnerie	1,10	30,4	0
	2 accumulateurs au plomb	Sonnerie	0,90	22,4
	Bobine de self sans noyau	1,66	64,7	×
	4 accumulateurs au plomb	Sonnerie avec résistance variable. .	1,84	69,4
		1,30	40,56	×
		1,24	37,6	0
	6 accumulateurs au plomb	Sonnerie avec résistance variable. .	1,24	37,6
		1,30	40,56	×

(1) Nous appellerons « bobine de self » la bobine de 580 spires dont il est fait mention plus haut.

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. \times Infl. 0 Pas infl.
Mélange II	CO ²	0,60	$\frac{O^2}{N^2} = 0,277$	
	O ²	20,18		
	CH ⁴	6,28		
	N ²	72,94		
8 piles Leclenché en série + 2 accumulateurs au plomb	Bobine de self avec noyau	0,84	26,8	0
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Bobine de self avec noyau	0,89	30,0	0
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur au plomb	Bobine de self sans noyau	1,04	30,8	0
	Bobine de self avec noyau	1,10	45,9	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 2 accumulateurs au plomb	Sonnerie	1,07	29,2	0
	Bobine de self sans noyau	1,37	47,8	\times
	Bobine de self avec noyau	1,43	73,6	\times
2 accumulateurs au plomb	Sonnerie	0,77	17,4	0
	Bobine de self sans noyau	1,15	36,36	0
	Bobine de self avec noyau	1,32	45,30	\times
		0,97	36,7	0
	1,03	40,8	\times	

Deuxième série d'expériences.

(Mélanges renfermant de 8 à 10 % de méthane.)

Mélange I	CO ²	0,54	$\frac{O^2}{N^2} = 0,259$
	O ²	18,59	
	CH ⁴	9,25	
	N ²	71,62	

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. \times Infl. 0 Pas infl.
8 piles Leclenché en série	Sonnerie	0,60	10,6	0
	Bobine de self sans noyau	0,70	15,9	0
	Bobine de self avec noyau	0,70	18,8	0
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Bobine de self sans noyau	0,84	22,0	\times
	Bobine de self avec noyau	0,90	30,8	\times
Mélange II	O ²	18,9	$\frac{O^2}{N^2} = 0,266$	
	CO ²	0,29		
	CH ⁴	9,75		
	N ²	71,06		
8 piles Leclenché en série	Bobine de self sans noyau	0,66	14,4	0
	Bobine de self avec noyau	0,64	15,8	0
		0,62	14,6	0
8 piles Leclenché en série + 1 accumulateur au plomb	Bobine de self sans noyau	0,76	18,3	0
	Bobine de self avec noyau	0,78	19,1	\times
		0,78	23,2	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Sonnerie	0,62	11,3	0
	Bobine de self sans noyau	0,84	22,0	\times
	Bobine de self avec noyau	0,84	26,8	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,88	21,6	\times

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. \times Infl. 0 Pas infl.
Mélange III	CO ²	0,78	$\frac{O^2}{N^2} = 0,266$	
	O ²	18,80		
	CH ⁴	9,75		
	N ²	70,67		
8 piles Leclenché en série	Sonnerie	0,64	12,0	0
	Bobine de self avec noyau	0,64	15,7	0
8 piles Leclenché en série plus un accumulateur au plomb	Sonnerie	0,74	15,8	0
	Bobine de self sans noyau	0,80	20,0	\times
	Bobine de self avec noyau	0,76	22,0	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Sonnerie	0,65	12,4	0
	Bobine de self sans noyau	0,80	20,0	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,96	24,6	\times
2 accumulateurs au plomb	Sonnerie	0,90	22,4	\times
1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,50	7,5	0

Mélange IV	CO ²	0,62	$\frac{O^2}{N^2} = 0,273$	
	O ²	19,45		
	CH ⁴	8,75		
	N ²	71,18		
8 piles Leclenché en série	Sonnerie	0,62	11,3	0
	Bobine de self sans noyau	0,76	18,3	\times
8 piles Leclenché en série + 1 accumulateur au plomb		0,70	15,9	0
	Sonnerie	0,76	16,7	\times
		0,76	16,7	0

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. \times Infl. 0 Pas infl.
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Sonnerie	0,72	15,0	0
	Bobine de self sans noyau	0,96	27,9	\times
	Bobine de self avec noyau	1,00	37,6	\times
2 accumulateurs au plomb	Sonnerie	0,80	18,5	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,84	20,0	\times

Mélange V	CO ²	0,54	$\frac{O^2}{N^2} = 0,276$	
	O ²	19,71		
	CH ⁴	8,40		
	N ²	71,35		

8 piles Leclenché en série	Sonnerie	0,66	12,8	\times
		0,64	12,0	\times
	Bobine de self sans noyau	0,70	15,9	\times

Troisième série d'expériences.

(Mélanges renfermant plus de 10 % de méthane.)

Mélange I	CO ²	0,6	$\frac{O^2}{N^2} = 0,265$	
	O ²	18,67		
	CH ⁴	10,25		
	N ²	70,48		

2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Sonnerie	0,65	12,4	0
	Bobine de self sans noyau	0,88	24,0	\times

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. \times Infl. 0 Pas infl.
Mélange III	CO ²	0,78	$\frac{O^2}{N^2} = 0,266$	
	O ²	18,80		
	CH ⁴	9,75		
	N ²	70,67		
8 piles Leclenché en série	Sonnerie	0,64	12,0	0
	Bobine de self avec noyau	0,64	15,7	0
8 piles Leclenché en série plus un accumulateur au plomb	Sonnerie	0,74	15,8	0
	Bobine de self sans noyau	0,80	20,0	\times
	Bobine de self avec noyau	0,76	22,0	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Sonnerie	0,65	12,4	0
	Bobine de self sans noyau	0,80	20,0	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,96	24,6	\times
	Sonnerie	0,90	22,4	\times
1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,50	7,5	0

Mélange IV	CO ²	0,62	$\frac{O^2}{N^2} = 0,273$	
	O ²	19,45		
	CH ⁴	8,75		
	N ²	71,18		
8 piles Leclenché en série	Sonnerie	0,62	11,3	0
	Bobine de self sans noyau	0,76	18,3	\times
8 piles Leclenché en série + 1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,70	15,9	0
	Sonnerie	0,76	16,7	\times
		0,76	16,7	0

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. \times Infl. 0 Pas infl.
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Sonnerie	0,72	15,0	0
	Bobine de self sans noyau	0,96	27,9	\times
	Bobine de self avec noyau	1,00	37,6	\times
2 accumulateurs au plomb	Sonnerie	0,80	18,5	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur au plomb	Sonnerie	0,84	20,0	\times
Mélange V	CO ²	0,54	$\frac{O^2}{N^2} = 0,276$	
	O ²	19,71		
	CH ⁴	8,40		
	N ²	71,35		
8 piles Leclenché en série	Sonnerie	0,66	12,8	\times
		0,64	12,0	\times
	Bobine de self sans noyau	0,70	15,9	\times

Troisième série d'expériences.

(Mélanges renfermant plus de 10 % de méthane.)

Mélange I	CO ²	0,6	$\frac{O^2}{N^2} = 0,265$	
	O ²	18,67		
	CH ⁴	10,25		
	N ²	70,48		
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché	Sonnerie	0,65	12,4	0
	Bobine de self sans noyau	0,88	24,0	\times

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. \times Infl. 0 Pas infl.
Mélange II	CO ²	0,52	O ² — = 0,269 N ²	
	O ²	18,92		
	CH ⁴	10,25		
	N ²	70,31		
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché .	Sonnerie	0,66	12,8	0
	Bobine de self sans noyau	0,84	22,0	\times
Mélange III	CO ²	0,67	O ² — = 0,271 N ²	
	O ²	18,95		
	CH ⁴	10,50		
	N ²	69,88		
10 piles Leclenché en série	Bobine de self avec noyau	0,70	18,8	0
		0,68	17,8	0
10 piles Leclenché en série + 1 accumulateur au plomb .	Sonnerie	0,78	17,5	0
	Bobine de self sans noyau	0,86	23,0	0
	Bobine de self avec noyau	0,82	25,4	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché .	Sonnerie	0,78	17,5	0
	Bobine de self sans noyau	0,98	28,9	\times
2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur au plomb	Sonnerie	1,00	26,4	\times
2 séries parallèles de 5 piles Leclenché .	Sonnerie	0,80	18,5	0
	Bobine de self sans noyau	0,96	27,9	\times

Source de courant utilisé.	Appareils introduits dans le circuit.	Intensité du courant avant rupture.	Valeur de l'énergie mise en jeu.	Résultats. \times Infl. 0 Pas infl.
Mélange IV	CO ²	0,63	O ² — = 0,275 N	
	O ²	19,30		
	CH ⁴	10,00		
	N ²	70,07		
10 piles Leclenché en série	Sonnerie	0,64	12,0	0
	Bobine de self sans noyau	0,70	15,9	0
	Bobine de self avec noyau	0,76	22,0	\times
		0,72	20,0	\times
		0,70	18,8	0
		0,68	17,8	0
	Sonnerie	0,76	16,6	0
		0,76	16,6	\times
5 piles Leclenché .	Bobine de self sans noyau	0,96	27,9	\times
2 séries parallèles de				

Les résultats figurant dans les tableaux sont reportés dans les graphiques II, III et IV, (fig. 39, 40 et 41), dans lesquels nous avons pris comme abscisses la valeur du rapport $\frac{O^2}{N^2}$ des mélanges et comme ordonnées les énergies de self mises en jeu exprimées en millijoules.

L'examen de ces graphiques montre que l'aptitude des étincelles à enflammer un mélange grisouteux de composition déterminée dépend en ordre principal de l'énergie

$$\text{de self } \frac{L \cdot I^2}{2}$$

Cette proposition ressort tout spécialement des résultats indiqués au graphique III (fig. 40).

Avec le mélange à 9,75 % de méthane, nous n'avons obtenu l'inflammation que pour des énergies supérieures à 19 millijoules.

Mélanges titrant environ 6% de méthane.
Graphique II.

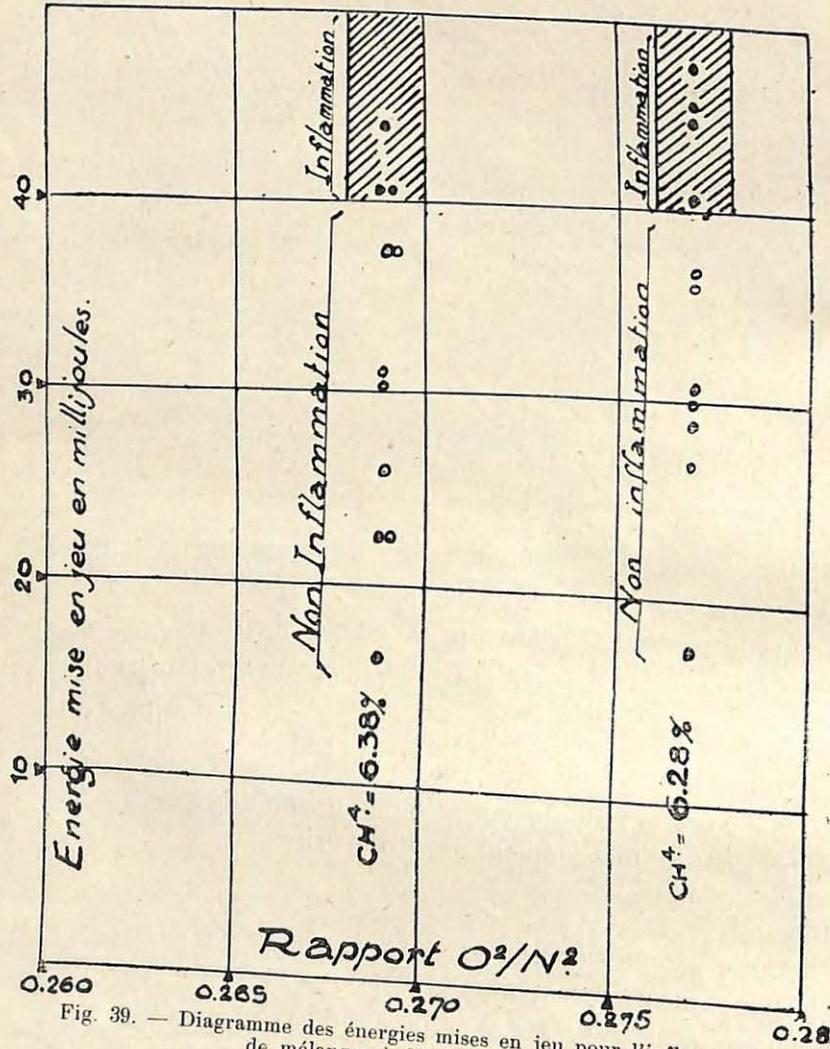


Fig. 39. — Diagramme des énergies mises en jeu pour l'inflammation de mélanges à 6 % de méthane.

Mélanges titrant entre 8 & 10% de méthane.
Graphique III.

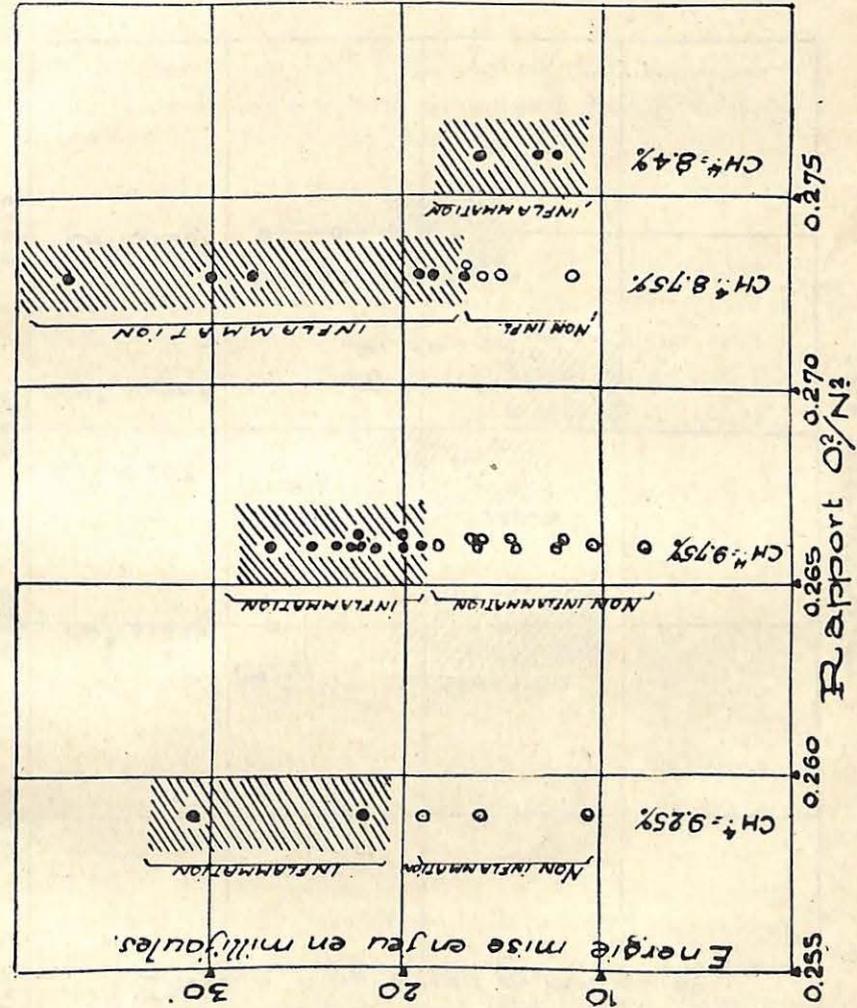


Fig. 40. — Energies mises en jeu pour l'inflammation des mélanges à 8-10 % de méthane.

Mélanges titrant au moins 10% de méthane.
Graphique IV.

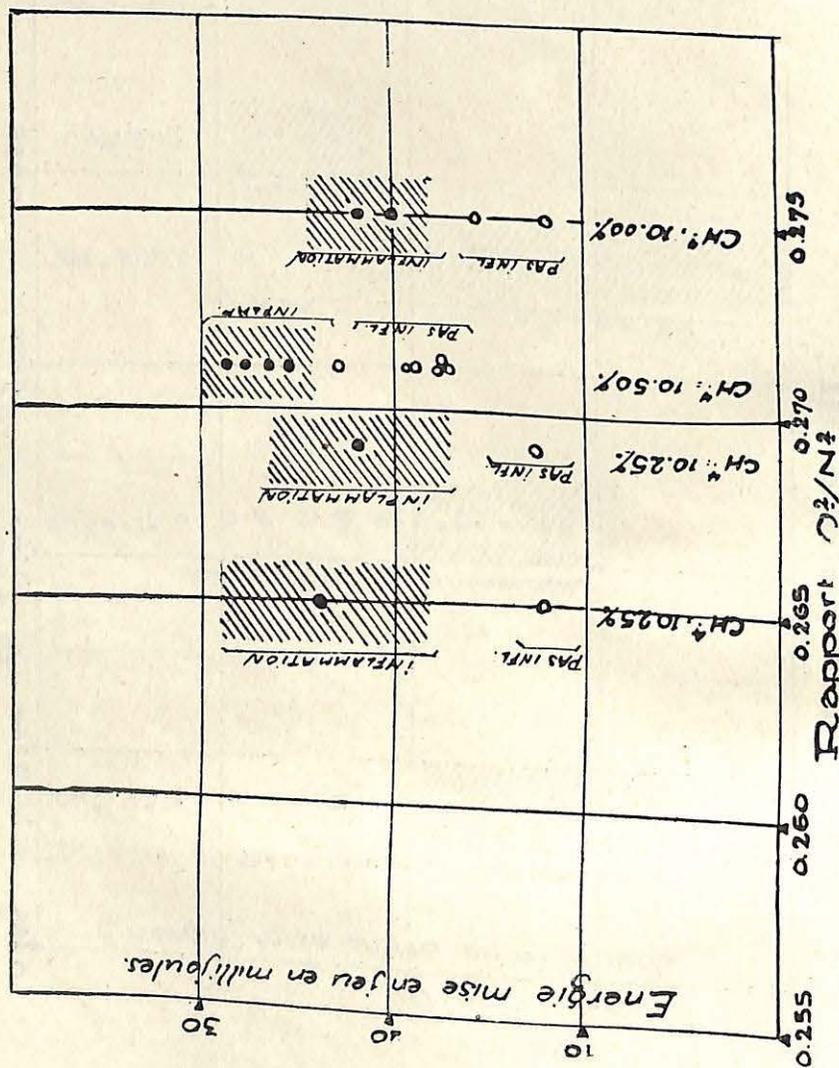


Fig. 41. — Energies mises en cause pour l'inflammation de mélanges à 10 % au moins de méthane.

En-dessous de 18 millijoules, il n'y a plus inflammation.

Il existe donc une « énergie-limite » comprise entre les énergies qui enflamment et celles qui n'enflamment pas.

Aux environs de cette limite, les résultats sont discordants. Le cas s'est présenté notamment pour le mélange à 8,75 % de méthane du graphique III.

Ce mélange a pu être enflammé, mais pas toujours, avec une énergie de 16,6 millijoules.

Nous avons d'ailleurs constaté à plusieurs reprises, qu'aux environs de la limite, on n'obtenait l'inflammation qu'après plusieurs étincelles comme si la chose n'était possible qu'après un échauffement préalable du gaz.

La teneur en méthane joue un rôle particulièrement important.

Deux mélanges caractérisés par un rapport $O^2/N^2 = 0,269$, mais titrant respectivement 6,38 et 10,25 % de méthane, se comportent très différemment vis-à-vis des étincelles de self.

L'énergie nécessaire pour enflammer le premier dépasse 38 millijoules, elle est inférieure à 22 millijoules pour le second.

De tous les mélanges que nous avons expérimenté, ceux titrant entre 8 et 10 % de méthane paraissent être les plus inflammables.

Si on ne retient que les résultats obtenus avec les deux mélanges à 9,75 % de méthane et présentant une teneur en oxygène telle qu'on a : $O^2/N^2 = 0,266$, on constate que la sonnerie n'a provoqué l'inflammation que dans les conditions d'alimentation suivantes :

- 2 séries parallèles de 4 piles Leclenché + 1 accumulateur ;
- 2 accumulateurs groupés en série.

Ces résultats suffisent cependant pour démontrer le danger que présente le système de signalisation décrit au début de cette note.

Le sujet a déjà fait l'objet d'expériences ailleurs; il y a lieu de citer tout spécialement les recherches faites par les services britanniques.

Dès 1915, la Station d'essai du Home Office à Eskmeals publiait, sous la signature du Professeur R. V. Wheeler, une brochure intéressante : « *Battery bell signalling systems as regards the danger of ignition of firedamp — Air mixtures by the break — Flash at yhe signal wires* » (Le danger d'inflammation de mélanges grisouteux par les étincelles des conducteurs dans les systèmes de signalisation par sonneries).

En 1916, la même station publiait une suite à ces essais, sous la signature de MM. les Professeurs R. V. Wheeler et W. M. Thornton.

Plus tard, en 1925, alors que la station était devenue le « *Safety in Mines Research Board* », le document n° 11 de cet actif organisme publiait sous le titre : « *Electrical exploders for shot firing in coal mines* », une étude sur les exploseurs de mines où se trouvent résumés sommairement les résultats des essais antérieurs sur les inflammations de mélanges par les étincelles électriques.

Voici, condensées, ces conclusions :

On peut supposer que l'inflammation est due au fait qu'un certain volume de gaz est porté à la température d'inflammation par l'étincelle électrique.

La quantité de chaleur demandée à la source est minimum lorsque la chaleur est donnée d'une manière instantanée : c'est ainsi que la décharge d'un condensateur, qui se rapproche de cette manière instantanée, ne demande que 0,002 joule pour enflammer un mélange à 8,5 % de méthane.

Lorsque la chaleur est donnée plus lentement, une plus grande partie est dissipée : ainsi, pour une étincelle de rupture de courant, qui a une durée plus longue, il faut une énergie de 0,006 joule pour enflammer le même mélange. Ces deux chiffres sont ceux obtenus dans des appareils spécialement établis pour éviter toute perte d'énergie.

L'énergie mise en cause par une rupture de courant est $\frac{L I^2}{2}$. Cependant, en cas de haut voltage, il y a une quantité d'énergie supplémentaire qui est fournie par la source pendant que les contacts de l'interrupteur se séparent, parce que la différence de tension qui se produit lors de l'ouverture tend à maintenir l'étincelle : l'expression $L I^2$ n'en tient pas compte.

2

Lors de faibles voltages, l'expression $\frac{L I^2}{2}$ exprime bien l'énergie mise en cause.

Pour les exploseurs, les Anglais ont trouvé comme énergie minimum d'inflammation 0,034 joule.

* * *

Etant donné l'intérêt que présente le système de signalisation par piles Leclenché et sonnerie trembleuse pour certaines installations souterraines des charbonnages, nous nous sommes appliqués à rechercher un dispositif qui, tout en étant simple et peu coûteux, soit capable d'atténuer les dangers des étincelles de self.

Poursuivant le même but, les expérimentateurs anglais avaient préconisé à la suite de leurs essais, des mesures de précaution indiquées dans les rapports auxquels nous avons fait allusion précédemment et que nous rappelons brièvement ci-dessous :

1°) Enroulement secondaire en court-circuit disposé sur chacune des bobines excitatrices des électro-aimants.

A chaque suppression du flux dans l'électro-aimant, une partie de l'énergie magnétique libérée est transformée et consommée par effet Joule dans cet enroulement;

2°) Ruban de cuivre isolé et enroulé sur chacun des noyaux des électros. Ce ruban produit le même effet que l'enroulement;

3°) Shuntage de l'enroulement de la sonnerie par une résistance dans laquelle une partie de l'énergie magnétique est consommée également par effet Joule;

4°) Suppression d'une des deux bobines de l'électro-aimant. Les expérimentateurs anglais ont constaté, en effet, que, dans bon nombre de sonneries, le circuit magnétique était déjà saturé avec une seule bobine excitatrice.

L'adjonction d'une seconde bobine n'augmente pas l'aimantation du noyau, mais bien la tension de self-induction qui apparaît aux bornes de la rupture.

Nous inspirant des dispositions prises dans certains appareils pour atténuer l'action destructrice des étincelles de self, nous avons recherché si un condensateur branché en dérivation aux bornes de l'enroulement de l'électro-aimant ne pouvait produire le même effet que les dispositions rappelées ci-dessus.

Pour la réalisation de ces essais, nous avons utilisé un circuit comportant une batterie d'accumulateurs au plomb, une sonnerie trembleuse (la même que pour les expériences précédentes), un rupteur mécanique précédemment décrit et une résistance variable pour graduer l'intensité du courant. Les capacités de 0,1, 1 et 2 microfarads ont été connectées aux bornes de l'enroulement de l'électro-aimant (1). Les résultats de nos expériences ont été les suivants :

(1) Nous avons employé des capacités analogues à celles utilisées dans les postes téléphoniques et qu'on peut trouver chez tous les électriciens.

Mélange I

CO ²	0,65	O ²
O ²	18,05	— = 0,242
CH ⁴	6,66	N ²
N ²	74,64	

a) *Source de courant* : 6 accumulateurs au plomb; sonnerie sans condensateur; inflammation avec un courant de 1,1 ampère;

b) *Source de courant* : 8 accumulateurs au plomb; capacité de 0,1 microfarad connectée en dérivation aux extrémités de l'enroulement; inflammation avec un courant de 1,18 ampères;

c) *Même source de courant qu'en b*;

Capacité de 1 microfarad connectée en dérivation aux extrémités de l'enroulement; pas inflammation avec des courant de 1,4 à 2,5 ampères.

Mélange II.

CO ²	0,77	O ²
O ²	17,51	— = 0,243
CH ⁴	9,75	N ²
N ²	71,97	

a) *Source de courant* : 6 accumulateurs au plomb; sonnerie sans condensateur; inflammation avec 1,2 ampère;

b) *Même source de courant*; sonnerie; deux capacités de 1 et 2 microfarads groupées en série et connectées aux bornes de l'enroulement, formant ainsi une capacité totale de 0,66 microfarad; pas d'inflammation avec 1,8 ampère; inflammation avec 2 ampères;

c) *Même source de courant*; sonnerie avec capacité de 1 microfarad; pas d'inflammation avec 2 ampères.

Ces quelques résultats montrent donc que la présence d'un condensateur de capacité suffisante connectée en dérivation aux bornes de l'électro-aimant de la sonnerie, permet de l'alimenter avec des courants bien supérieurs à ceux nécessités par son fonctionnement sans que les étincelles de rupture correspondantes soient capables d'enflammer le grisou.

Une capacité de 1 microfarad donne à cet égard une sécurité absolue. Cette capacité, utilisée en T. S. F., se trouve couramment chez tous les électriciens. Elle se présente sous forme d'un parallépipède rectangle de petites dimensions (50 × 25 × 25 mm.) dans sa gaine d'aluminium. Elle est d'un prix très modique. Son utilisation n'offre donc aucun inconvénient.

Ionisation des gaz d'explosifs

Cette étude a été interrompue en juillet sans avoir permis de conclusions intéressantes.

V

LES VISITES EDUCATIVES EN 1930

Elles ont été particulièrement nombreuses en 1930. L'Institut National doit être un organe de diffusion.

Nous avons eu 33 journées consacrées exclusivement à des conférences et des expériences en présence des visiteurs de toutes les catégories du monde minier : le Conseil d'Administration a inauguré ce cycle ; puis l'Institut a reçu les Ingénieurs du Corps des Mines (2 visites), les délégués à l'Inspection des Mines (2 visites), les

Ingénieurs des Charbonnages (4 visites), le personnel de maîtrise des mines grisouteuses (8 visites), les élèves-ingénieurs des mines des Universités de Liège, Louvain, Bruxelles (3 visites). Les élèves mineurs de l'Ecole Supérieure de Morlanwelz (2 visites), le Congrès International des Mines de Liège 1930, des délégations d'organisation de mineurs et, pour clôturer l'année, les Directeurs-Gérants des Charbonnages de Belgique.

Suivant la suggestion faite au Conseil par M. Falony, une brochure-guide a été éditée, « Une visite à l'Institut National des Mines », et remise à tous nos visiteurs en même temps que le programme détaillé des expériences effectuées devant eux.

De nombreuses personnalités étrangères ont également visité l'Institut.

VI

TRAVAUX SPECIAUX et RECHERCHES SCIENTIFIQUES

L'Institut se devait de présenter à l'Exposition de Liège, un résumé de ses travaux et de ceux de la Station d'essais dont il est le continuateur.

Le caractère didactique de l'exposition collective des charbonnages se prêtait particulièrement bien à cette présentation.

Ce but fut recherché à l'aide de diagrammes et de multiples photographies dont la plupart forment actuellement une exposition permanente à l'Institut.

Le Jury de l'Exposition de Liège a décerné un grand Prix à l'Institut National des Mines pour sa participation.

C'est dans le même souci de représenter l'Institut aux