NOTES DIVERSES

INSTITUT NATIONAL DES MINES A FRAMERIES-PATURAGES

L'inflammation du grisou par étincelles de pics à main ou de pics de haveuses

Expériences de 1929 à 1931 du Service britannique de recherches sur la Sécurité des Mines (Safety in Mines Research Board).

AVANT-PROPOS

La possibilité de l'inflammation du grisou par des étincelles provenant d'un choc d'outil sur certaines roches a été bien controversée et depuis longtemps.

Parmi les documents les plus récents, qui ont traité de la question, citons notamment l'étude de Wheeler et Coward « The ignition of firedamp », paper n° 8 du « Safety in Mines Research Board » 1925; le rapport de M. Lemaire sur les travaux de 1927 de l'Institut National des Mines (1). Le rapport sur les travaux de 1930 de l'Institut National des Mines (2) *rappelle divers essais effectués depuis plusieurs années.*

A maintes reprises, après des accidents qui semblaient dus à cette cause, des expériences ont été faites dans diverses stations, avec un résultat négatif. Il fallait en conclure que, dans les conditions des essais, la chaleur dégagée par les étincelles était dissipée avant d'avoir pu provoquer une inflammation.

De là est même née l'hypothèse que l'on pouvait avoir affaire dans certains cas à des grisous particuliers, renfermant une certaine quantité d'hydrogène et par conséquent dépourvus pratiquement de retard à l'inflammation.

(1) *Annales des Mines de Belgique*, 1928, 1re livr.
(2) *Annales des Mines de Belgique*, 1931, 1re livr.

En Belgique, par exemple, un accident fut provoqué le 15 juillet 1906 aux charbonnages de Fontaine-l'Evêque (1), *par une étincelle jaillissant sous le pic au moment où un ouvrier creusait la « potelle » pour asseoir un étançon dans le mur de la couche Paul, renfermant de nombreux « clous » (rognons de siderose).*

Le pic avait entaillé un rognon silico-ferreux (2) *de forme ellipsoïdale, mesurant 0 m. 40 de longueur, sur 0 m. 25 d'épaisseur.*

Ce rognon présentait une particularité : il renfermait un assez grand nombr de géodes et dégageait une odeur caractéristique de pétrole.

Le procès-verbal d'enquête porte que les rognons dégageaient un gaz renfermant de l'hydrogène libre, et que, de même, le gaz recueilli par un trou de sonde foré dans la couche renfermait 7,6 % d'hydrogène libre.

M. Watteyne fit exécuter au Siège d'expériences de Frameries une série d'essais relatés au Congrès de Chimie appliquée de Londres 1908 : la chambre d'explosion de la galerie des explosifs était remplie d'un mélange inflammable. On provoquait une gerbe nourrie d'étincelles en appuyant une lame d'acier contre une meule tournant à grande vitesse.

Aucune inflammation ne fut obtenue avec le grisou seul; on en obtint lorsque le mélange inflammable à 10 % contenait 7 % de grisou et 3 % d'hydrogène, c'est-à-dire une très notable proportion d'hydrogène.

Malheureusement, l'analyse des gaz combustibles est très délicate et les résultats des analyses de l'époque signalant de l'hydrogène dans les grisous peuvent paraître douteux (3).

(1) Voir Watteyne et Breyre, les Accidents du grisou de 1891 à 1909, *Annales des Mines de Belgique*, 1910, pp. 569 et 640, voir également note de M. l'Ingénieur en Chef Delacuvellerie, *Annales des Mines de Belgique*, t. XII (1907), pp. 1118-22.

(2) A l'analyse, on a trouvé la composition suivante en poids :
SiO^2 : 22,30 %; Fe^2O^3 : 52,30; Al^2O^3 : 19,37; chaux : 2,50 %;
CO^2 : 2,46; P^2O^5 : 1,07.

(3) Dans le cas de Fontaine-l'Evêque, voici comment le mode opératoire est décrit par M. Delacuvellerie :

« Le CO^2 a été absorbé par une solution de potasse, l'oxygène par le phosphore, le CO par une solution acide de chlorure cuivreux, les hydrocarbures éthyléniques par l'acide sulfurique fumant.

» Quant aux gaz tels que l'hydrogène et le méthane, et éventuellement les hydrocarbures de la même série que le méthane, l'éthane (C^2H^6), le propane (C^3H^8), qui ne sont pas absorbables par les réactifs, ils ont été déterminés par combustion sur l'oxyde cuivreux dans un tube chauffé au rouge où le mélange gazeux était aspiré avec de l'air. Les produits de la combustion passaient dans des tubes à potasse et à acide sulfurique. Ces tubes étaient pesés avant et après l'opération.

» Les rapports H^2O sur CO^2 trouvés en comparant les pesées des tubes à potasse et à acide sulfurique ont prouvé qu'on avait presque toujours affaire à un mélange de méthane et d'hydrogène libre. »

Cette méthode ne peut être retenue pour l'hydrogène : les déterminations par pesées ne peuvent être précises pour l'analyse des gaz; vu les faibles teneurs en gaz combustibles des mélanges examinés, les poids étaient faibles et les erreurs importantes.

Etant donné la présence simultanée de CH^4, C^2H^6 et de H^2 (présumée), les deux relations pondérales obtenues par la combustion ne pouvaient suffire au départ rigoureux des trois constituants.

La seule méthode qui permette d'identifier avec certitude l'hydrogène exige l'emploi des basses températures avec liquéfaction et distillation fractionnée des gaz constituant le mélange combustible (1).

Il n'en était pas question en 1906.

Un autre accident, survenu le 20 février 1902 au n° 17 de Monceau-Fontaine (2) *semble bien dû à des étincelles : le frottement des sabots, en fonte, sur la poulie du frein d'un sous-puits intérieur a provoqué des étincelles qui ont enflammé un mélange grisouteux logé dans la partie supérieure du sous-puits contenant les poulies et soustraite au courant normal. Il s'agissait là d'une gerbe nourrie d'étincelles dans un air confiné, cela n'a pas paru autrement extraordinaire.*

Le 24 janvier 1920, au siège Quesnoy des Charbonnages de Bois du Luc, le choc d'un outil sur un nodule silico-ferreux provoqua une inflammation de grisou. Cependant des doutes subsistèrent et certains crurent qu'une lampe à flamme était en cause.

M. l'Ingénieur en chef Raven (3) *relate encore un accident survenu le 17 mars 1924 au Nord de Charleroi : une inflammation de grisou s'est produite au moment où un ouvrier approfondissait au toit de la couche, une potelle destinée à recevoir une sclimbe (queue de perche); une étincelle a jailli au choc de son*

(1) Cette méthode, qui exige un outillage spécial, une machine à air liquide, etc., est actuellement utilisée à l'Institut National des Mines. Sur cinquante grisous analysés au 1er octobre 1931, sept seulement ont été trouvés contenant un peu d'hydrogène, en quantité d'ailleurs très faible (0,2 %), ne pouvant aucunement changer le retard à l'inflammation du grisou.

(2) Voir étude prérappelée de Watteyne et Breyre, *Annales des Mines de Belgique*, 1910, p. 562.

(3) *Annales des Mines de Belgique*, 1928, p. 612.

pic contre un clou existant dans la veine, étincelle qui a allumé le grisou.

A ce moment, on a recherché si le grisou ne renfermait pas d'hydrogène. M. le Professeur Connerade a trouvé un résultat négatif.

Les clous du chantier examinés par M. Renier étaient exclusivement composés de pyrites de fer.

Beaucoup d'ingénieurs sont restés sceptiques même après ces accidents parce que les essais directs n'avaient jamais apporté la preuve réelle de la possibilité d'une inflammation. Presque toujours les comités d'arrondissement ont signalé d'autres causes possibles, les lampes notamment ont été souvent suspectées, sans preuve formelle d'ailleurs.

Rappelons qu'à l'Institut National des Mines nous n'avons jamais obtenu l'inflammation directe du grisou dans nos essais d'étincelles de friction. Les inflammations n'ont été obtenues qu'en se servant d'un intermédiaire dangereux, telle la poussière d'aluminium, ou bien encore en forçant la teneur en oxygène du mélange ou en y ajoutant de l'hydrogène.

A la suite d'accidents répétés survenus principalement dans deux charbonnages d'Ecosse, le « Safety in Mines Research Board » entreprit en 1929, des expériences qui, poursuivies avec ténacité, amenèrent une conclusion positive : certaines roches gréseuses sont susceptibles, sous un coup de pic spécial : choc suivi de glissement, de produire des étincelles en quelque sorte stationnaires qui peuvent allumer un mélange grisouteux.

Ces mêmes roches, lorsqu'elles sont attaquées par les pics de la barre ou de la chaîne d'une haveuse peuvent donner lieu au même phénomène. Ce sont des expériences qu'il nous a paru intéressant et utile de faire connaître aux lecteurs des Annales des Mines *et c'est pourquoi nous avons prié M. l'Ingénieur Van Oudenhove de les résumer dans les pages qui suivent.*

On verra que, même avec les roches dangereuses, il a fallu souvent un très grand nombre de coups avant d'obtenir une inflammation.

D'autre part, les essais faits sur des concrétions de sidérose ou de pyrite n'ont donné lieu, contrairement à ce que l'on auruit pu croire, à aucune **inflammation.**

Le cas étudié pour les haveuses est, en somme, exceptionnel et présente moins d'intérêt parce qu'il ne se produit que lorsque l'outil attaque une roche gréseuse, circonstance anormale peu à craindre mais à retenir cependant dans le cas de mur irrégulier.

Celui des pics à mains est plutôt troublant. Mais s'il est utile de connaître toutes les sources de danger possibles de la mine, il ne faut pas exagérer non plus la probabilité que soient réunies toutes les conditions favorables nécessaires à la production d'un fait exceptionnel comme une inflammation du grisou par une étincelle de pic.

En général, une bonne ventilation empêche l'existence d'un mélange explosible en plein courant; aussi faut-il, en fait, que l'étincelle se produise à proximité d'une cassure débitant du gaz de façon à avoir un mélange explosible immédiatement en contact avec l'étincelle.

Il faut ensuite que la roche soit susceptible de donner des étincelles et qu'elle ait la dureté voulue : si elle est trop dure, le pic rebondira immédiatement et il n'y aura qu'une étincelle passagère. Si elle est trop tendre, il n'y aura pas d'étincelle du tout. Suivant les expériences britanniques, il faut un choc suivi de glissement. La roche doit se laisser rayer, circonstance qui facilite le glissement et la production d'étincelles, moins brillantes, moins chaudes, mais jaillissant en une traînée ralentie qui augmente le temps de contact. Toutes ces conditions seront rarement réunies.

J'ajouterai que les expérimentateurs britanniques connaissent désormais, pour les roches qu'ils ont étudiées, à ce point les conditions d'inflammation qu'ils n'ont pas craint de mettre ces inflammations au programme des expériences à réaliser ces leurs visiteurs étrangers réunis à Buxton en juillet 1931 à la Conférence internationale des Stations d'Essai. Ces expériences réussirent d'ailleurs parfaitement.

Octobre 1931. *Ad. BREYRE.*

Résumé des Publications nos 62 et 70
du « Safety in Mines Research Board » (1).

Par F. Van Oudenhove,
Ingénieur à l'Institut National des Mines.

A. — PICS DE HAVEUSES

Historique.

Différents accidents miniers ont été imputés, en Grande-Bretagne, aux étincelles provoquées par les pics de haveuses sur des roches dures : en 1920, au Charbonnage de Blairhall (Fife, Ecosse) ; en juillet 1927, au Charbonnage de Gartshore (Dumbarton, Ecosse), en août 1927, au Charbonnage de Valleyfield, Fife.

Le 4 juin 1929, au Charbonnage de Gartshore, une haveuse à chaîne rencontre accidentellement du grès dur, finement grenu, par suite de la déviation de l'outil ou de l'irrégularité du mur ; les pics de la chaîne donnent des étincelles qui enflamment le grisou.

Le 10 juin 1929, au Charbonnage de Kinglassie (Fife, Ecosse), une haveuse à chaîne rencontre des rognons de sidérose (iron balls) et donne des étincelles enflammant le grisou.

Le S. M. R. B. décida d'étudier le problème, d'où l'installation d'une chambre d'expériences à la Station de Buxton.

Cette chambre d'explosion, en béton armé, mesure $6^m,60$ de long, 3 mètres de large et $2^m,25$ à $2^m,40$ de hauteur (Pour la facilité du lecteur, nous avons transformé les pieds et les pouces en mètres et centimètres à raison de $0^m,30$ par pied et 2,5 centimètres par pouce.).

La figure 1 donne la disposition en plan. La chambre de travail de la haveuse est à gauche, en A. Une porte de $1^m,50 \times 1^m,50$ y donne accès. Le plafond de la chambre est pourvu de quatre grandes ouvertures, normalement couvertes par des feuilles de papier

(1) Paper no 62 : « The ignition of firedamp by the heat of impact of hand picks against rocks », by M. J. Burgess and R. V. Wheeler (1930).
Paper no 70 : « The ignition of firedamp by the heat of impact of coalcutter picks against rocks », by M. J. Burgess and R. V. Wheeler (1931).

opaque, huilé, fonctionnant comme soupapes de sûreté en cas d'explosion.

Les roches à expérimenter sont fixées sur une aire en béton, de façon à former un sol à surface régulière ou irrégulière.

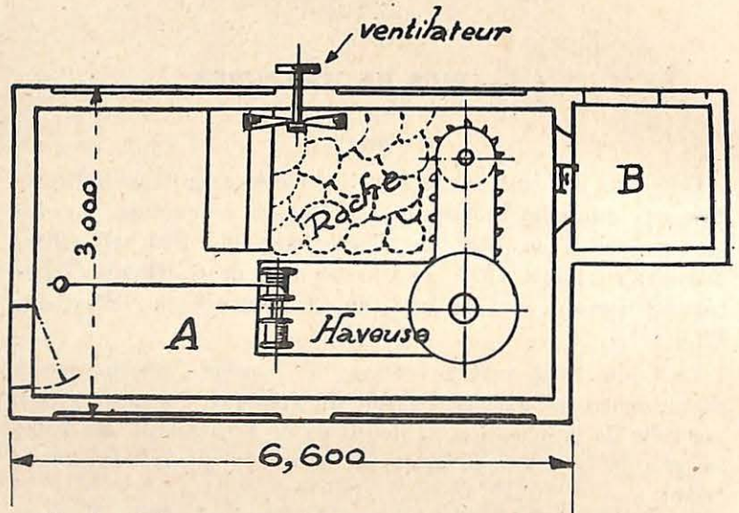

Fig. 1. — Disposition, en plan, de dispositif d'essai des haveuses : A : chambre d'explosion; B : local d'observation.

Une fenêtre d'observation F, à même le sol, dans la paroi opposée à la porte, permet de suivre, d'un petit local annexe B situé en contrebas, la production éventuelle d'étincelles, qui sont réfléchies par un miroir à 45° suspendu au plafond. Toutes les commandes de la haveuse sont logées dans le petit local d'observation B.

La figure 2 donne une vue intérieure de la chambre d'explosion A : on y voit, à gauche, le ventilateur assurant le brassage du mélange; non loin de là, le miroir incliné à 45°; dans le fond, à gauche, se voit la glace par où se fait l'observation; en avant, à droite, la haveuse en place; à gauche, le massif rocheux qu'elle va attaquer.

La haveuse est à courant continu de 500 volts et fonctionne à volonté avec chaîne ou avec barre. La chaîne a une portée de $1^m,05$. Elle est munie de 18 pics à 17,5 centimètres d'intervalle.

Les pics attaquent à sept niveaux différents : deux pics attaquent suivant l'horizontale et tous les autres sont inclinés sous trois angles différents.

La vitesse de la chaîne est de $142^m,50$ par minute.

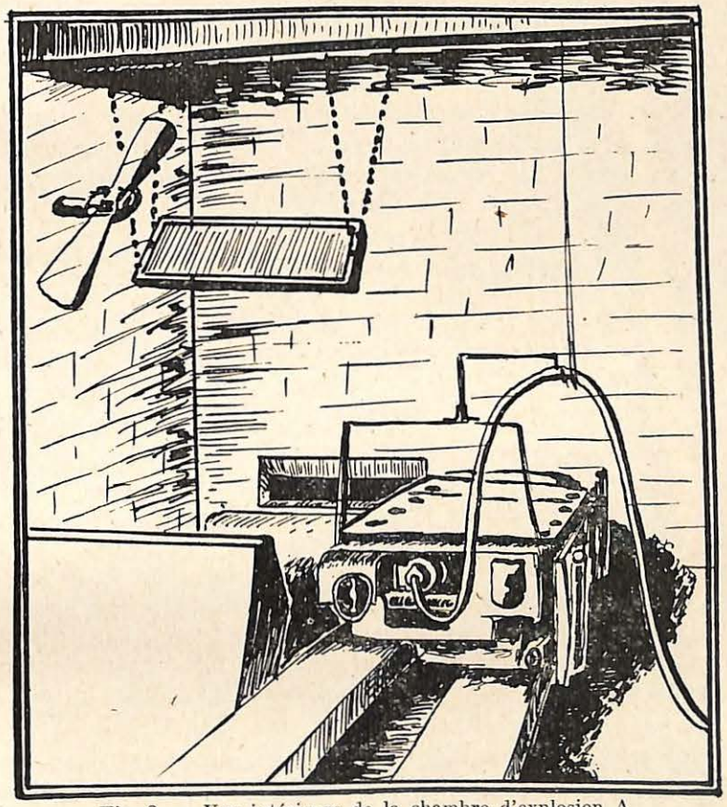

Fig. 2. — Vue intérieure de la chambre d'explosion A.

La barre de havage a $1^m,05$ de long et comporte 35 pics répartis en spirale sur toute la longueur de la barre. Un pic de forme spéciale, à trois pointes disposées en étoile, est fixé au bout de la barre. L'attaque des pics se fait normalement à la barre et de bas en haut. La barre a une vitesse de 500 tours par minute et est animée, axialement, d'un mouvement de va-et-vient. Le sens de rotation est celui des aiguilles d'une montre.

La matière havée est expulsée par les filets hélicoïdaux dont est munie la barre. Les blocs de roches à essayer sont bétonnés en place, avec un minimum de béton, dans une alvéole peu profonde prévue au niveau du sol.

Avant chaque essai en atmosphère grisouteuse, les pics sont amenés en contact direct avec la roche, les portes sont lutées avec de l'argile; on introduit le grisou et le mélange gazeux explosif, intérieur, est brassé énergiquement par un ventilateur. On fait un essai d'inflammabilité, rapide, dans un appareil eudiométrique, et on prélève un échantillon du gaz pour analyse ultérieure. L'opérateur et les observateurs se placent dans l'annexe, mettent en marche la machine et notent les résultats.

Résultats.

On obtient l'inflammation par les deux types de haveuses, avec des grès quartzitiques ou des grès micacés à occlusions quartzitiques. Ces deux grès donnent une forme « localisée » d'étincelles : plages rouges ou luminosités rouges-vives aux endroits de choc.

Ce genre d'étincelles est indispensable à l'inflammation.

Les roches de la nature de celles mentionnées ne sont heureusement pas fréquentes.

Haveuse à chaîne.

Les premières expériences ont été effectuées avec une haveuse à chaîne et un grès de Valleyfield. Des inflammations ont été obtenues pour des vitesses de havage de 45, 15, et 1,8 centimètres par minute et une profondeur de havage de 7,5 à 12,5 centimètres.

Pour toutes les expériences, sauf cinq, les pics sont en acier ordinaire. On a fait cinq essais avec pics en acier au tungstène. Il y a eu inflammation pour les deux sortes de pics, aux trois vitesses ci-dessus.

Des essais ont été effectués avec trois pics seulement de la rangée inférieure. On a obtenu l'inflammation pour une vitesse de havage de 15 centimètres par minute.

En n'attaquant la roche que par un seul pic, à la même vitesse de havage de 15 centimètres, une inflammation a été obtenue avec l'acier ordinaire, et une avec l'acier au tungstène.

Un grès analogue, du Charbonnage de Gartshore, Dumbarton, a donné lieu à des inflammations pour des vitesses de havage de 45 et 15 centimètres par minute. Dans ces essais et dans ceux faits ultérieurement, les pics employés étaient en acier ordinaire.

L'attaque du grès de Gartshore, couvert d'une couche de 7,5 centimètres de poussières de schistes ou de poussières de charbon, par les deux rangées de pics a enflammé le grisou pour une vitesse de havage de 45 centimètres par minute. Les poussières étaient rapidement éliminées. En opérant sur du grès de Valleyfield, on a obtenu déjà l'inflammation après 2 à 3 secondes de marche.

Le grès de Gartshore a donné lieu, entre autres, à trois inflammations respectivement après 1, 2 et 4 secondes.

Pour certains de ces essais, on a mesuré la force motrice mise en œuvre. Pour les trois rangées inférieures de pics seuls au travail, la puissance utilisée est de 12 HP. dont 2 2/3 HP. pour le havage proprement dit. Lorsque tous les pics travaillent, ces chiffres deviennent respectivement 20 HP. et 10 2/3 HP.

Haveuse à barre.

Dans les essais faits avec la haveuse à barre, la vitesse de havage est de 45 centimètres par minute. Chacun des grès de Valleyfield et de Gartshore a donné lieu facilement à l'inflammation en l'absence de poussières.

La présence de poussières de schistes et de charbon, sur le grès de Gartshore, n'a pas empêché l'inflammation. La barre de havage élimine rapidement ces poussières. Pour obvier à cela, on a placé, dans quelques expériences, une tôle d'acier au-dessus de la roche et de la barre, pour simuler le charbon surplombant dans la mine. L'extrémité de la tôle est placée à 2,5 centimètres au-dessus de la position supérieure des pics et l'intervalle entre la tôle et la roche est garni de poussières.

Deux essais avec poussières de charbon et grès de Gartshore n'ont pas enflammé. Dans deux autres expériences, la substitution de menu charbon aux poussières de charbon, comme garnissage entre tôle et roche a donné une seule inflammation pour une profondeur de havage de 10 centimètres et une durée de 15 secondes.

Trois essais similaires, avec menu charbon comme garnissage et grès de Valleyfield, ont enflammé deux fois, respectivement après 9 et 30 secondes.

Un garnissage de charbon pyriteux ou de minerai oolithique de fer (oolithic ironstone) a donné des gerbes brillantes d'étincelles sans inflammation.

Conclusions générales.

Le grisou ne semble pas pouvoir être enflammé par les étincelles de pyrites ou de minerais de fer (ironstones) havés accidentellement. Ces étincelles sont trop rapidement dispersées. Les deux roches qui ont enflammé sont des grès micacés, durs, à occlusions quartzitiques donnant des étincelles « localisées » stationnaires, évoluant lentement au point de choc. Cette forme d'étincelles (de durée supérieure au retard à l'inflammation du méthane) est essentielle à l'inflammation.

TABLEAUX DES RESULTATS.

Remarques générales pour tous les tableaux.

1°) Les inflammations sont marquées d'une croix (X) dans la colonne « Résultats ».

2°) Les non-inflammations sont marquées d'un rond (O) dans la colonne « Résultats ».

1. — *Pics de haveuses.* — Les essais ont été groupés en trois tableaux suivant la nature de la roche :

a) grès micacé de Valleyfield;

b) grès micacé de Gartshore;

c) charbon pyriteux de Brown Hills, Walsall, et minerai oolithique (oolithic ironstone) du Charbonnage du Maltby.

NOTE. — Dans le présent résumé, nous avons adopté une numérotation unique pour les séries d'essais relatives aux haveuses d'une part, aux pics d'autre part.

Pour permettre aux lecteurs qui désireraient recourir aux brochures originales, nous donnons ci-dessous la correspondance de notre numérotation avec celle de MM. Wheeler et Burgess :

Haveuses : nos numéros 1 à 16 correspondent à 1 à 16, p. 8;
17 à 46 » 31 à 60, pp. 10-11;
47 à 49 » 27 à 29, p. 14;
51 à 60 » 61 à 70, p. 7;
61 à 64 » 71 à 74, p. 7.

Pics : nos numéros se suivent de 1 à 37 pour les pics manœuvrés mécaniquement et de 1 à 53 pour les pics manœuvrés à la main, tandis que les auteurs reprennent une nouvelle numérotation à chaque changement de pierre étudiée.

TABLEAU I.

Essais par pics de haveuses.

1. — *Grès micacé* du Charbonnage de Valleyfield, Fife, Ecosse.
2. — Haveuse : à chaine : essais nos 1 à 16.
à barre : essais nos 61 à 64.
3. — Surface de la roche : irrégulière : essais nos 1 à 16.
régulière : essais nos 61 à 64.

Nos des essais	Vitesse de havage en c/m, par minute	Pics utilisés	Nature des pics	Epaisseur de havage en c/m	Profondeur de havage, en c/m	Nature des étincelles	Avancement de la haveuse	Durée de l'essai	% CH_4	Résultats	Remarques
1	45	3 rangées inférieures	acier	7,5 à 12,5	6,2	rouges-vives	intermittent	30" à 60"	6,8	X	
2	»	»	»	»	3,7	»	»	25"	7,1	X	
3	»	»	»	»	2,5	»	»	13"	6,55	X	
4	»	»	acier au tungstène	»	2,5	»	»	13"	6,35	X	(1)
5	»	»	»	»	1,2	»	»	3,5"	6,55	X	
6	»	»	»	»	1,2	»	continu	2 à 3"	6,2	X	
7	15	»	»	»	1,2	»	»	7'	6,2	X	
8	1,8	»	»	»	0,9	»	»	27"	6,0	X	
9	»	»	acier	»	6,2	»	»	3'	6,2	O	
10	»	»	»	»	0,9	»	»	28"	6,5	X	
11	»	3 pics	»	0,3	6,2	»	»	4'	6,35	O	
12	»	»	»	»	6,2	»	»	3'	6,0	O	
13	»	»	»	0,6	7,5	»	»	4'	6,1 à 5,9	O	
14	15	»	»	1,2	7,5	»	»	27"	6,35	X	
15	»	1 pic	»	»	1,2	»	»	5,5"	5.65	X	
16	»	»	acier au tungstène	»	6,2	»	»	25"	6,45	X	
61	45	»	acier	2,5	0,8	»	»	2"	6,4	X	
62	»		»	»	7,5		»	9"	6,0	X	(2)
63	»		»	»	45		»	65"	6,25 à 6,15	O	(3)
64	»		»	»	22,5		»	30"	6,5	X	(4)

(1) Quelques pointes de pic, en acier au tungstène, cassées.
(2) Intervalle entre tôle d'acier et roche garni de menu charbon.
(3) Idem; pic extrême, en étoile, enlevé.
(4) Surface fraîche; menu charbon garnissant l'espace entre tôle et roche.

TABLEAU II.

Essais par pics de haveuses.

1. — *Grès micacé* du Charbonnage de Gartshore, Dumbarton, Ecosse.

2. — Haveuse : à chaîne : essais nos 17 à 46.
à barre : essais nos 51 à 60.

3. — Surface de la roche : irrégulière : essais nos 17 à 21.
régulière : essais nos 22 à 46.

Nos des essais	Vitesse de havage en c/m, par minute	Pics utilisés	Nature des pics	Epaisseur de havage en c/m	Profondeur de havage en c/m	Nature des étincelles	Avancement de la haveuse	Durée de l'essai	% CH_4	Résultats	Remarques
17	15	Pics de l'extrémité du bas	acier	12,5	2,5	rouges	intermittent	2 à 3'	6,25 à 5,75	O	
18	»	à différentes hauteurs	»	»	1,2	»	»	2,25'	6,7 à 6,4	O	
19	»	la plupart	»	»	0,3	brillantes	»	4"	6,7	X	
20	»	»	»	»	—	»	»	5 à 10'	6,0 à 5,6	O	
21	»	»	»	»	60	»	»	10'	6,9 à 6,5	O	
22	»	pics de la rangée inférre seulement	»	2,5	7,5	»	»	65"	7,0	X	
23	»	»	»	»	37,5	»	»	3,75'	6,95 à 6,7	O	
24	45	»	»	»	2,5	»	»	3'	6,2	O	
25	»	»	»	»	15	»	»	2,5 à 3'	6,4 à 5,9	O	
26	»	»	»	»	10	»	»	17"	6,4 à 6,7	X	
27	»	»	»	»	1,2	»	continu	2"	6,4	X	
28	»	inférieurs	»	»	45	»	intermittent	3,25'	6,15 à 6,07	O	
29	»	»	»	3,7 à 5	10	»	»	3/4'	6,2 à 5,8	O	
30	»	»	»	»	»	»	»	1,75'	6,45 à 6,2	O	
31	»	»	»	»	15 à 17,5	»	»	2,5'	6,0	O	
32	»	»	»	rain.	6,2	»	»	7,5"	6,6 à 6,7	X	
33	»	»	»	»	—	»	»	1"	6,3 à 6,7	X	

(1) Nouvelle surface d'attaque.
(2) Roche et pics couverts de poussières de charbon.
(3) Surface fraîche; poussières de charbon sur roche.
(4) Surface fraîche d'attaque.

Nos des essais	Vitesse de havage en c/m, par minute	Pics utilisés	Nature des pics	Epaisseur de havage en c/m	Profondeur de havage en c/m	Nature des étincelles	Avancement de la haveuse	Durée de l'essai	% CH_4	Résultats	Remarques
34	15	inférieurs	acier	rain.	22,5	peu	intermittent	2'	6,45 à 6,55	X	
35	»	»	»	2.5	4,4	—	—	28'5"	6,45 à 6,35	X	(5)
36	45	»	»	»	7,5	peu brillantes	intermittent	62"	6,27	O	
37	»	»	»	»	23,7	peu	»	57"	6,33	X	
38	»	»	»	rain.	38,7	»	continu	1 2/3'	6,45	X	(6)
39	»	»	»	»	15	brillantes	intermittent	30"	6,35 à 6,5	O	
40	»	»	»	»	30	rouges peu	»	2'	6.5	O	(7)
41	»	»	»	»	27,5	»	»	3'	6,45 à 6,2	O	(8)
42	»	»	»	2,5	7,5	brillantes	»	15"	6,6	X	(9)
43	»	»	»	»	2,5	»	continu	5 à 6"	6,5	X	
44	»	»	»	»	2,5 à 3,7	peu	intermittent	18 à 19"	6,35	X	(10)
45	»	»	»	»	28,7	»	»	2'	6,15	X	(11)
46	»	»	»	»	20	»	»	1,75'	6,5 à 6,35	O	(12
51	»		»	»	15	brillantes peu	continu	45"	6,3 à 6,1	O	
52	»		»	»	52,5	assez brillantes	»	90"	6,65 à 6,55	O	
53	»		»	1,2	15	brillantes	»	22"	6,6	X	(13)
54	»		»	2,5	11,9	»	»	15"	6,55 à 6,45	X	(14)
55	»		»	»	16,2	—	»	21"	6,5	X	(15
56	»		»	»	9,4	—	»	12"	6,6	X	(16
57	»		»	»	45	—	»	71"	6,6 à 6,55	O	(17)
58	»		»	»	52,5	—	»	—	6,65 à 6,55	O	(18)
59	»		»	»	10	—	»	15"	6,6 à 6,45	X	(19)
60	»		»	»	45	—	»	85"	6,5 à 6,4	O	(

(5) Idem.
(6) Idem.
(7) Idem; roche couverte de poussières de schistes.
(8) Roche couverte de poussières de schiste.
(9) Surface d'attaque fraîche.
(10) Roche couverte de poussières de schistes.
(11) Idem.
(12) Idem.
(13) Surface d'attaque fraîche.
(14) Idem.
(15) Roche couverte d'une couche de poussières de schistes de 7,5 à 10 centimètres.
(16) Surface fraîche; roche couverte de poussières de charbon.
(17) Intervalle entre tôle d'acier et roche garni de poussières de charbon.
(18) Surface fraîche; intervalle entre tôle d'acier et roche garni de poussières de charbon.
(19) Idem; Intervalle entre tôle d'acier et roche garni de menu charbon.
(20) Intervalle entre tôle d'acier et roche garni de menu charbon.

TABLEAU III.

Différentes roches.

1. — Haveuse à chaîne.
2. — Pics en acier.
3. — Surface de roche régulière.

Nos des essais	Provenance de la roche	Nature de la roche	Vitesse de havage en c/m par minute	Pics utilisés	Epaisseur de havage en c/m	Profondeur de havage en c/m	Nature des étincelles	Avancement de la haveuse	Durée de l'essai	% CH_4	Résultats
47	Charbonnage de Brown-Hills Walsall	Charbon pyriteux	22,5	tous	—	30	peu brillantes pendant 10 secondes	continu	1,25'	5,75	O
48	»	»	45	»	—	22,5	pas d'étincelles	»	37"	5,7 à 6,0	O
49	»	»	90	»	—	47,5 à 50	quelques étincelles jaunes brillantes	interm	1 2/3'	6,0 à 5,8	O
50	Charbonnage principal de Maltby	Minerai oolithique de fer (oolithic ironstone)	1,8	3 à 4 rangées	—	5 à 7,5	»	continu	3,5'	6,0 à 6,5	O

B. — PICS A MAIN

Historique.

En 1926, il y eut une inflammation de grisou au Charbonnage de Valleyfield. Des flammes très étendues ont pris naissance à partir d'une zone d'étincelles produites par le choc d'un pic sur une riche siliceuse dure.

En 1927, un mineur a enflammé le grisou au Charbonnage de Parbelia (Indes) en frappant du pic un nodule de minerai de fer (nodule of ironstone).

Il a produit des étincelles brillantes qui ont enflammé le grisou s'échappant du mur.

Un important travail expérimental concernant les inflammations par pics à main a été fait par Mallard, Le Chatelier et Chesneau formant sous-commission de la Commission française du Grisou (*Annales des Mines*, 1890, (8) 18, p. 699). Ils n'obtinrent aucune inflammation.

Les expériences au pic à main faites, depuis 1929, à la Station du Service de Recherches sur la Sécurité des Mines, à Buxton, se subdivisent *en deux séries principales :*

1°) Expériences avec pic à main, commandé mécaniquement.

2°) Expériences avec pic à main, commandé manuellement.

Il est difficile de reproduire mécaniquement le coup de pic suivi de glissement, facile à donner à la main. Ce coup spécial donne un maximum d'étincelles sur des roches dures.

I. — Expériences avec pic à main commandé mécaniquement.

Dispositif expérimental.

La chambre d'explosion a une longueur de $1^m,95$, une largeur de $0^m,97$ et une hauteur de $1^m,95$. Le morceau de roche est fixé au plancher de la chambre au moyen d'une griffe munie d'une vis hélicoïdale qui permet de varier l'orientation et de renouveler les surfaces de roche exposées aux coups de pic.

Le pic employé dans ces essais est présumé avoir enflammé le grisou au Charbonnage de Valleyfield en 1926. Il est muni d'un bout d'arbre de 4,5 kilogrammes traversant la chambre et manœuvré de l'extérieur par un bras de levier de 30 centimètres de long, actionné par un câble d'acier passant sur poulies et aboutissant à un levier à main permettant une brusque détente. La tête de pic pèse 2,25 kilogrammes, elle est munie, vers le milieu, d'un balourd de 18 kilogrammes. L'énergie de choc mise en œuvre est d'environ 13,5 kilogrammètres. Les expériences faites sur différentes roches : grès micacés, pyrites de fer, ont donné des étincelles, mais sans inflammation. Teneur en CH^4 : 6 à 8 %. Le coup de pic essentiel à l'inflammation doit être fort, direct, avec course de 30 centimètres environ et un glissement de 3,7 centimètres. Cela n'est pas facile à réaliser et très difficile à reproduire. La production simultanée d'une luminosité jaunâtre accompagnée d'un train de particules incandescentes évoluant lentement

derrière le pic et dans le sillon de celui-ci, semble être indispensable pour l'inflammation. Les expérimentateurs n'ont obtenu que quelques inflammations.

II. — Expériences par pic à main commandé manuellement.

Dispositif d'expérimentation.

La figure 3 indique le dispositif employé.

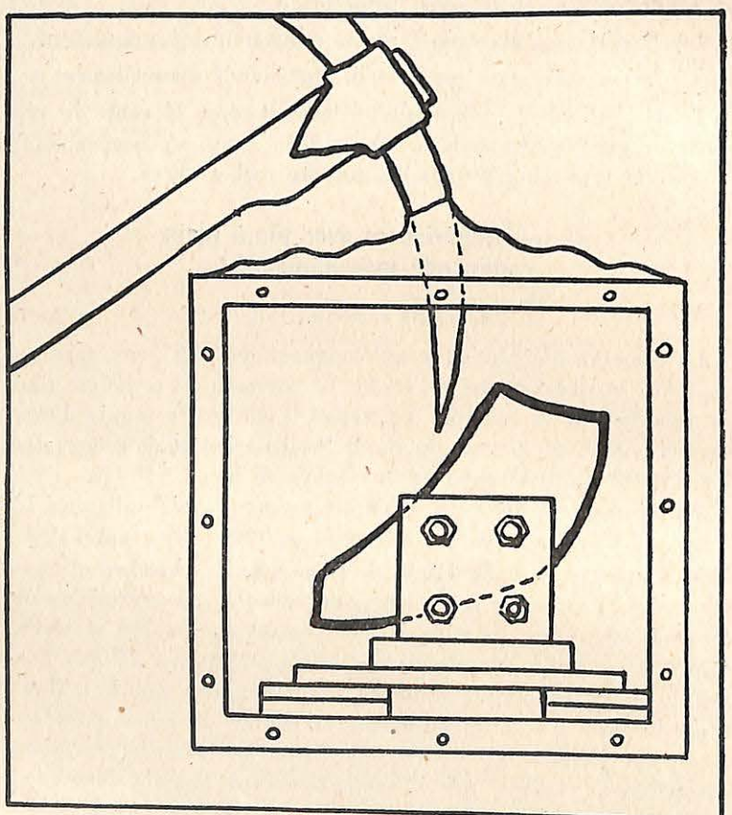

Fig. 3. — Dispositif des essais d'étincelles par pic mû à la main.

La chambre d'explosion se compose d'une caisse en bois de $0^m,60 \times 0^m,375 \times 0^m,30$ à couvercle amovible. Celui-ci comporte une ouverture circulaire de 22 centimètres de diamètre, fermée hermétiquement par une membrane en caoutchouc épais, en forme

de sac, au centre de laquelle passe la tête de pic par un joint étanche. La chambre est munie d'une fenêtre d'observation.

Résultats.

Grès quartzitique de Valleyfield : six inflammations sur onze essais. Coups de pics par essai : de 20 à 260. Une autre série d'expériences a donné quatre inflammations sur sept essais. Coups de pic par essai : 4 à 180. Remplacement et variations fréquentes de l'orientation de la roche.

Grès quartzitique de Kinglassie, Ecosse : on a obtenu trois inflammations sur cinq essais. Nombre de coups de pic, par essai : 60 à 250.

Dans une expérience ultérieure, on a donné 1.000 coups de pic sur cette roche sans enflammer le grisou.

Grès quartzitique du Maindy Pit, Glamorgan : aucune inflammation. Etincelles rouge-sombre.

Essais sur deux grès micacés et un grès calcareux : aucune inflammation n'a été obtenue sur huit essais comportant de 150 à 600 coups de pic chacun. Etincelles rouge-sombre. Certains essais faits en présence de grisou contenant 0,5 % de peroxyde d'azote ne sont pas concluants quant à l'influence de ce dernier.

Pyrites de fer : pas d'inflammation sur 3 essais. Gerbes brillantes d'étincelles jaune se dispersant trop rapidement.

Influence de la température : Des essais d'inflammation par étincelles ont été faits sur des grès micacés de Valleyfield à la température du fond de la mine, soit environ 40° C. Aucune inflammation n'a été enregistrée.

Expériences avec un pic en bronze : On a obtenu six inflammations sur onze essais. On peut conclure que des étincelles enflammant le grisou sont fonction de la nature de la roche et non de celle du pic.

Conclusions.

On obtient des inflammations au moyen d'étincelles « localisées » évoluant lentement dans le sillon du pic frappant des grès quartzitiques de nature spéciale, qui se laissent rayer par le pic. Le coup de pic doit être accompagné de glissement. Il est vraisemblable que c'est la roche plutôt que le pic qui provoque l'inflammation à cause de sa moins grande aptitude à dissiper la chaleur.

TABLEAU IV. **Essais par pic à main actionné mécaniquement**

Nos des essais	Nature et provenance de la roche	Nombre de coups de pic	Vitesse de percussion	% CH_4	% C_2H_6	Nature du coup de pic	Résultats	Remarques et observations sur les étincelles
1	Grès quartzitique du Charbonnage de Valleyfield.	27	—	6,55	—	Normal à une surface.	O	Etincelles rouge-sombre, rapides.
2	»	8	—	6,4	—	Les coups portent sur une surface horizontale, avec glissement.	O	Peu d'étincelles, rouge-sombre.
3	»	52	—	6,2	--	Sur une surface inclinée, au droit d'une crevasse.	O	Etincelles jaunes, brillantes, et luminosité jaune fugitive au point de choc.
4	»	75	—	6,3	—	Sur une surface inclinée.	O	Etincelles jaunes, brillantes et luminosité jaune, fugace, au point de choc.
5	»	104	—	6,0	0,25	Nouveau morceau de roche.	O	La griffe maintenant la roche en place a été remplacée par 4 puissants ressorts permettant un glissement du pic.
6	»	89	—	6,4	0,2	»	O	
7	»	81	—	6,65	0,25	»	O	
8	Grès quartzitique de Maindy-Glamorgan.	110	—	6,3	—	Sur une surface supérieure, accompagné de glissement.	O	Gerbes d'étincelles rouge-sombre, entrant, de un ou deux pieds, dans le mélange explosif et maintenues à l'incandescence un temps appréciable après dépôt.
9	»	80	—	6,5	—	Sur une surface inclinée.	O	
10	»	130	—	5,9	—	»	O	Idem. Etincelles un peu plus nourries que dans 1 et 2. Pas de luminosité au point de choc.
11	Grès quartzitique de Valleyfield.	57	—	6,3	—	»	O	Pic opéré directement à la main et sollicité vers le bas par un ressort.
12	»	140	1 coup par seconde	6,4	—	»	O	Luminosité jaune, brillante; peu d'étincelles.
13	»	3	2 coups par seconde	6,35	0,2	—	X	Luminosité jaune, brillante; glissement de 3,7 cm. Un certain nombre de particules incandescentes, vraisemblablement de la roche fondue, évoluent dans le sillon du pic.
14	»	13	»	6,4	—	—	X	
15	Grès quartzitique de Valleyfield.	2	1 coup par seconde	6,3	—	—	X	On a enlevé le ressort sollicitant le pic vers le bas.
16	»	4	»	6,7	—	—	X	—
17	»	104	—	7,0	—	—	O	On a fait les 2 essais consécutivement. Après les 104 premiers coups, on a changé légèrement l'orientation de la roche.
18	»	9	—	7,0	—	—	X	
19	»	27	1 coup par 15 sec.	7,2	—	—	O	—
20	»	14 coups doubles	»	»	—	—	O	—

Nos des essais	Nature et provenance de la roche	Nombre de coups de pic	Vitesse de percussion	% CH_4	% C_2H_6	Nature du coup de pic	Résultats	Remarques et observations sur les étincelles
21	»	8 coups triples	1 coup par seconde	7,2	—	—	O	—
22	»	57	en succession très rapide	»	—	—	O	—
23	»	1	—	»	—	—	O	Légère modification de l'orientation de la roche.
24	»	1 coup double	—	»	—	—	O	—
25	»	1 coup triple	—	»	—	—	O	—
26	»	1 coup quadruple	en moins de 3 secondes	»	—	—	X	—
27	Grès quartzitique de Valleyfield.	20	—	6,6	—	Pic sollicité simplement par son propre poids.	O	Luminosité rouge. Peu d'étincelles.
28	»	20 coups doub.	—	»	—	—	O	Peu d'étincelles.
29	»	5 coups triples	—	»	—	—	O	Luminosité jaune et étincelles.
30	»	2 coups quadr.	—	»	—	—	X	Luminosité jaune. Peu d'étincelles évoluant dans le sillon du pic.
31	»	7	—	6,35	—	Sur une face latérale.	X	Luminosité jaune, brillante, suivie d'un train d'étincelles rouges en arrière du pic.
32	»	70	—	6,5	—	La pointe du pic ne touche pas la roche. Il y a frottement de la partie plate.	O	
33	»	75	rapides	»	—	»	O	Pas de luminosité jaune. Particules incandescentes.
34	»	30	»	»	—	»	O	
35	»	52	»	»	—	»	O	
36	Grès quartzitique du Maindy-Pit à Glamorgan.	107	»	7,10	—	Roche très dure.	O	
37	»	192	»	6,75	—	»	O	Gerbes denses d'étincelles jaunes, brillantes, sans production de luminosité jaune.