

NOTES DIVERSES

NOUVELLES

Recherches sur le Grisou ⁽¹⁾

PAR

M. ENRIQUE HAUSER

Professeur agrégé au Laboratoire de l'Ecole des Mines de Madrid
Secrétaire de la Commission du Grisou

COMPTE-RENDU PAR L. DENOEL

Ingénieur principal des mines,
Professeur à l'Université de Liège.

M. le professeur Hauser publie une traduction française de sa première conférence sur le grisou. Nous avons donné un compte rendu détaillé de cette intéressante étude dans la 4^e livraison de 1907 de nos *Annales* (t. XII, p. 1085).

Quelques additions au texte primitif ont été introduites dans cette traduction, entre autres, un extrait du rapport de M. l'Ingénieur en chef Delacuvellerie sur l'inflammation de gaz survenue au charbonnage de Beaulieusart, et quelques notes au sujet des expériences de MM. Couriot et Meunier sur l'inflammabilité électrique des mélanges d'air et de grisou.

En ce qui concerne cette question, c'est plutôt sur l'interprétation des phénomènes que surgissent des divergences d'appréciation que sur la possibilité, aujourd'hui hors de doute, d'allumer le grisou par les conducteurs électriques incandescents.

M. Hauser explique, notamment par les conditions dans lesquelles il a fait ses expériences, pourquoi il n'a pu obtenir l'inflammation du mélange à 7.5 % de grisou par des fils de ferro-nickel de 0.3 millimètre de diamètre, avec ou sans fusion: Le courant continu était fourni, sous 4 volts, par deux accumulateurs à base de plomb, système

(1) *Leçons sur le grisou*, première conférence expérimentale. — *El grisú en las minas de Carbon*, seconde conférence expérimentale. — Madrid, E. Théodoro, éditeur, 1908. — Voir aussi *Revista Minera*, janvier-mai 1908.

Dinin, placés à proximité du fil métallique afin d'éviter les effets d'induction entre des longs conducteurs. Dans ces conditions, il ne pouvait pas se produire d'étincelle de rupture appréciable. Il en est autrement quand on emploie une résistance en série pour absorber du voltage pendant l'état dynamique du passage du courant.

En ce qui concerne l'inflammation par des fils de fer de 0.9 millimètre inclinés ou tordus en hélice, l'auteur, répondant aux objections de MM. Couriot et Meunier (1), ne croit pas qu'on puisse l'attribuer simplement au rayonnement, car l'inflammation doit commencer au point le plus chaud, c'est-à-dire au contact du fil incandescent. Or, comme un seul contact ne suffit pas à cause de sa courte durée, on doit recourber le fil en hélice et l'incliner pour prolonger ce contact et transformer la combustion lente du grisou en combustion vive. La flamme peut d'ailleurs n'être visible qu'à une certaine distance du fil, là où se fait l'apport de nouveau mélange non encore brûlé. Du reste, l'inflammation de grisou se produit à une température plus basse dans le cas du fil incurvé (entre l'orange clair et le blanc) que dans le cas du fil droit (blanc éblouissant). Cette circonstance rend invraisemblable, dans ce cas, la volatilisation du métal.

En ce qui concerne l'inflammation du grisou par un gros fil droit incandescent, M. Hauser persiste à admettre la possibilité de l'hypothèse de la volatilisation partielle du noyau central des fils, hypothèse qui lui a été suggérée par la facilité avec laquelle le fer galvanisé allume le grisou.

Il l'appuie sur les faits suivants :

1° Il est hors de doute qu'un gros fil traversé par un courant a intérieurement une température plus haute qu'à sa surface; cette propriété a même fait délaissier dans les fours électriques le fil de platine pour le ruban; on la retrouve dans les lingots d'acier qu'on vient de démouler et qu'on met réchauffer dans les *pits*;

2° La formation graduelle d'oxyde magnétique dégage assez de chaleur pour compenser en grande partie la perte superficielle par radiation. La couche d'oxyde, graduellement formée, empêche à son tour l'oxydation rapide du fil; si elle vient à disparaître soudainement par accumulation de l'oxydure sur un point, le noyau du fil est alors mis à nu, à une température voisine de son point de fusion, son oxydation superficielle se produit dans ce cas avec une grande rapidité

(1) *Annales des Mines de Belgique*, 1908, 1^{re} livraison.

et l'échauffement est assez grand pour fondre le fer et le volatiliser partiellement. Ce phénomène de volatilisation du fer en fusion par sa chaleur d'oxydation est comparable à celui qui a lieu vers la fin de la deuxième période d'une opération au convertisseur Bessemer.

Dans sa seconde brochure, M. Hauser s'occupe surtout des *analyses de grisou*.

Dans un premier chapitre, il explique comment on peut obtenir économiquement du méthane pur, pour les besoins d'un laboratoire, au moyen du carbure d'aluminium commercial. Il complète sur ce point les indications de sa première conférence. Le gaz produit par l'attaque du carbure impur par l'eau froide contient de l'acétylène et de l'hydrogène; le premier gaz se dégageant plus vivement que le méthane et étant soluble dans l'eau, il suffit de laisser perdre une partie du gaz au début de la réaction et de procéder à un lavage pour obtenir un mélange contenant 87.9 % de CH_4 et de 3.34 % de H_2 . Une proportion de 3 % d'hydrogène n'est pas sans inconvénient; si elle n'influence pas notablement le retard à l'inflammation, elle fait paraître moins nettes les limites d'inflammabilité du grisou. Comme la séparation des deux gaz n'est guère pratiquement possible, c'est le carbure d'aluminium commercial qu'il importe de purifier.

Le procédé préconisé consiste en un traitement mécanique, broyage du carbure entre des cylindres et tamisage, qui élimine la plus grande partie de l'aluminium sous forme de lamelles, et ensuite dans le traitement par l'eau en diverses phases pour éliminer ou rendre insolubles dans l'eau les substances qui pourraient réagir avec le métal. On évite ainsi la formation de l'hydrogène. Les petites quantités de ce gaz qui se produisent inévitablement s'éliminent en grande partie par dissolution et oxydation dans l'eau courante. Par ce procédé, le mètre cube de CH_4 ne contenant plus que 0.15 % d'H exige 16 kilogrammes 800 grammes de carbure d'aluminium et revient à 84 francs. Par l'emploi du carbure d'aluminium pur, le prix de revient est de 1,430 francs.

L'appareil employé est très simple et, à défaut de grisou naturel, le procédé est recommandable pour les recherches de laboratoire.

Le chapitre II traite de la détermination de l'hydrogène dans le grisou par la méthode eudiométrique. Il rappelle d'abord que la méthode ordinaire peut être en défaut si la prise d'essai contient moins de 1.1 % d'hydrogène, cette proportion étant de l'ordre des

erreurs d'observations. La méthode de Hempel, fondée sur l'absorption de l'hydrogène par le noir de palladium, permet de déceler $\frac{1}{1000}$ de ce gaz dans le grisou. La méthode exige, il est vrai, un ensemble de précautions assez minutieuses que détaille l'auteur. Pour un opérateur exercé, le dosage de l'hydrogène dure environ vingt minutes; si l'on recherche ensuite, dans le résidu, CH_4 par les limites d'inflammabilité et l'azote par différence, une analyse complète n'exigerait que vingt-cinq minutes.

Le chapitre III discute l'application aux analyses de grisou de la méthode eudiométrique qui donne des résultats d'une exactitude plus que suffisante pour la pratique, et qui a l'avantage de se prêter en même temps à l'analyse des produits de la combustion. L'auteur reproduit ici une de ses études (1) sur les perfectionnements dont la méthode est susceptible. Il décrit la burette Hempel-Lunge complétée par un manomètre à eau salée qui permet de réduire dans toutes les lectures le volume du gaz à la température et à la pression initiales, sans qu'il soit nécessaire de recourir au calcul.

Le chapitre IV est intitulé : *Bases générales pour l'application de l'analyse eudiométrique aux explosions de grisou avec excès d'air*. L'auteur établit d'abord la possibilité d'une réaction *imparfaite*, c'est-à-dire avec formation de CO et H, qu'il distingue de la réaction *incomplète* ou partielle, c'est-à-dire avec résidu de CH_4 non brûlé. Le professeur Gréhant est le premier qui ait démontré qu'une explosion de grisou avec excès d'air peut donner lieu à la production d'oxyde de carbone. Dans une expérience faite en 1900 et citée dans son ouvrage : « L'oxyde de carbone », il a fait détoner sous une cloche, par portions successives, 45 litres d'un mélange d'air et de 6 % de méthane pur; il a recueilli 37 litres de gaz brûlés auxquels il a ajouté l'oxygène voulu pour que sa proportion s'élève à 20.8 %, et l'air nécessaire pour arriver à 100 litres. On a fait respirer ce mélange à un chien et l'analyse du sang de l'animal a décelé une quantité d'oxyde de carbone représentant $\frac{1}{740}$ ou 0.135 % du volume des gaz brûlés. Dans une autre expérience faite avec un mélange à 5.65 % de grisou naturel, on est arrivé à $\frac{1}{615}$ ou 0.165 % d'oxyde de carbone dans les produits de la combustion.

(1) Voir notre compte rendu antérieur, *Annales des Mines de Belgique*, 1907, p. 1086.

Des discordances dans les résultats de quelques analyses de grisou faites par M. Hauser lui ont fait soupçonner la présence d'oxyde de carbone et l'ont poussé dans la voie des recherches par la méthode eudiométrique. Il est arrivé à cette conclusion que le phénomène de la combustion imparfaite peut être rendu visible à l'eudiomètre, en employant la pipette à explosion de Hempel.

En analysant les phénomènes de la combustion du grisou, M. Hauser y distingue trois phases : 1° l'inflammation; 2° la propagation; 3° l'extinction.

Dans la première, la température du mélange gazeux est portée à 1000 degrés (pour 5.6 % de CH_4), suffisante pour provoquer la dissociation de l'anhydride carbonique et de la vapeur d'eau. Les gaz dissociés se recombinaient en grande partie avec l'oxygène tant que la température n'est pas inférieure à celle de l'inflammation.

2° Les gaz sont projetés vers les parois de l'appareil d'explosion, l'eau ou le mercure, et s'y refroidissent; il se produit des tourbillons avec des centres de dépression dans lesquels la dissociation est facilitée. Pendant cette deuxième phase, le refroidissement empêche la reconstitution du CO_2 (tube chaud et froid de H. Sainte-Claire Deville).

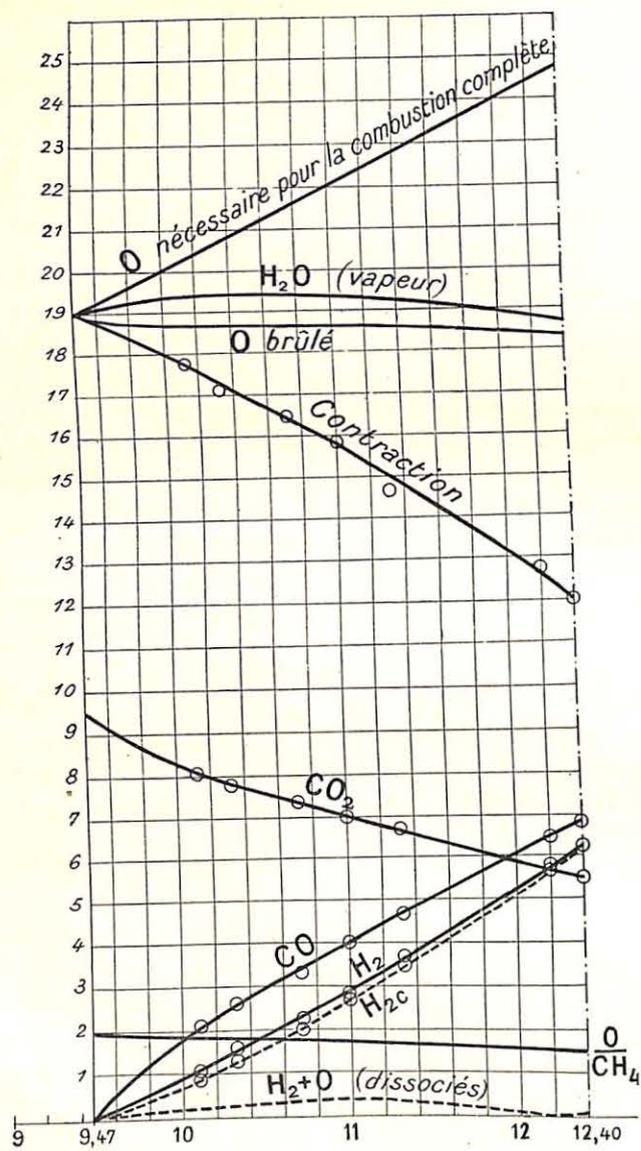
3° L'extinction se produit différemment suivant la vitesse de propagation; on ne peut l'observer qu'avec des mélanges à faible teneur ou dans des tubes étroits. Outre le refroidissement, il se produit des remous qui brassent les gaz brûlés avec le résidu combustible. L'auteur cite à ce propos d'intéressantes expériences, avec des tubes horizontaux et avec la pipette de Hempel, dont le résultat est une combustion incomplète de mélanges à 5.6 % de grisou. L'oxyde de carbone peut se produire dans cette troisième phase par réaction des gaz brûlés avec les gaz combustibles.

Un fait curieux, c'est que dans cette combustion incomplète le rapport en volume, de l'hydrogène, au total des deux gaz combustibles (CO et H) est sensiblement constant (0.374 et 0.385).

L'auteur donne ensuite une interprétation théorique basée sur la dissociation et qu'on peut résumer comme suit :

Premier principe. — Toute dissociation d'un composé oxygéné provenant d'une combustion antérieure équivaut au point de vue chimique à une combustion imparfaite avec défaut d'oxygène.

Second principe. — Toute équation représentative de la combustion d'un gaz peut en général se décomposer en deux autres; l'une



Proportions de CH₄ dans l'air.

FIG. 1.

Résultats de l'analyse des produits d'une explosion de grisou avec défaut d'oxygène.

N. B. — H₂ représente l'hydrogène total contenu dans les produits de l'explosion; H_{2c} représente l'hydrogène de combustion, Les ordonnées comprises entre les deux courbes représentent l'hydrogène de dissociation.

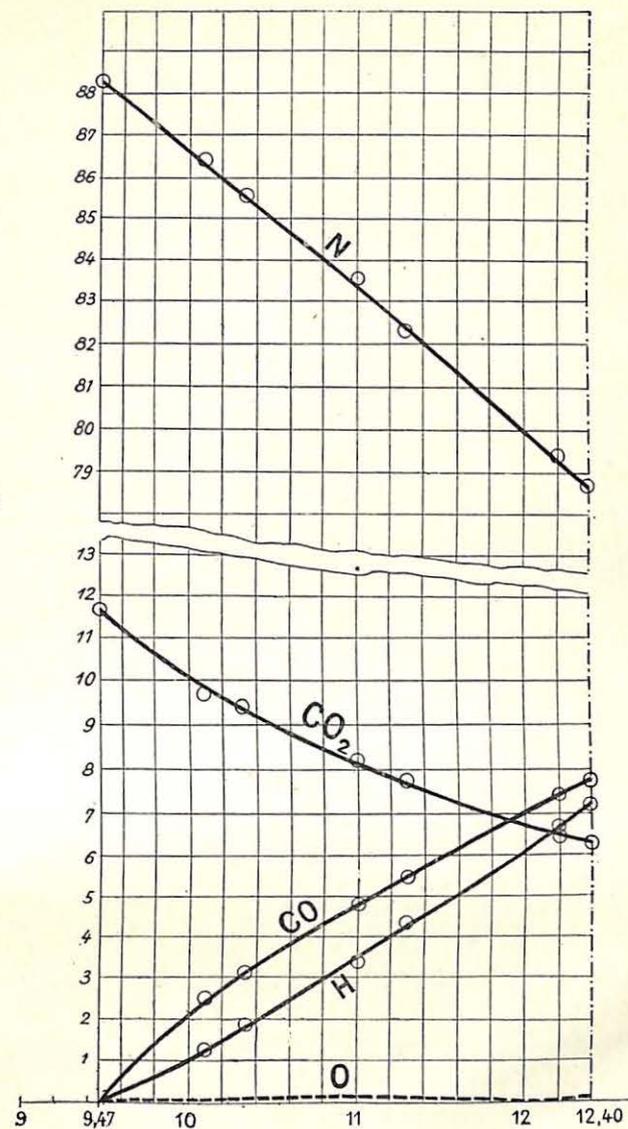


FIG. 2.

Composition des gaz résultant de l'explosion après condensation de la vapeur d'eau.

l'acétylène par la combustion incomplète du gaz d'éclairage, pourrait se prêter à ces recherches.

M. Hauser expose d'ailleurs les équations de cinq réactions qui montrent la différence entre une explosion imparfaite et une explosion incomplète.

Suivent quelques considérations sur le rallumage extérieur des lampes de sûreté au milieu d'une atmosphère grisouteuse.

M. Marsaut a objecté aux expériences de Frameries (Société de l'Industrie Minérale, 21 mars 1908) qu'il n'était pas certain que les lampes fussent purgées de tous les gaz inertes de la combustion antérieure au moment du rallumage. M. Hauser a constaté que l'air expiré des poumons a la propriété d'être impropre, par défaut d'oxygène, à entretenir la flamme d'une bougie et de ralentir notablement la vitesse d'inflammation des mélanges grisouteux. Par conséquent, en soufflant sur une lampe éteinte, par la base du tamis ou les ouvertures d'entrée d'air, on la remplit d'un mélange de gaz inertes. Si l'on attend quelque temps pour permettre à ce mélange de se diluer assez pour que la benzine prenne feu, on pourra faire fonctionner le rallumeur sans danger.

Enfin, un appendice est consacré à la détermination volumétrique de CO par absorption et par combustion. Dans la combustion fractionnée l'oxyde ne passe pas directement à l'état de CO², mais forme de l'aldéhyde formique et de l'acide formique qu'il faut brûler à leur tour pour obtenir une analyse exacte. M. Hauser arrive au but en employant le noir de rhodium.

Telle est, en résumé, la nouvelle et importante contribution à l'étude des propriétés chimiques du grisou que nous apportent les travaux du distingué professeur de Madrid.
