

LES GAZ OCCLUS

DANS

LES POUSSIÈRES DE CHARBON

COMPTE RENDU

d'une conférence de M. le Professeur P. PHILLIPS BEDSON D. S. (Londres).

PAR

A. HALLEUX

Ingénieur au Corps des Mines à Bruxelles.

[622.81]

L'inflammabilité des poussières charbonneuses dépend à la fois de leurs caractères physiques et de leur composition chimique : ce dernier élément, ainsi que les dernières expériences de M. Hall ⁽¹⁾ l'ont prouvé, a une influence prépondérante. Malgré cela, peu de recherches ont été faites pour établir nettement le rapport qui existe entre la nature des gaz que les poussières de charbon renferment et le danger qu'elles présentent au point de vue des explosions ; c'est pourquoi il nous paraît intéressant de donner ici le compte rendu d'une conférence faite à l'University College de Nottingham, par le D^r Bedson D. Sc. (London), dans laquelle ce savant, professeur au Collège des Sciences de Durham, exposait les résultats de ses travaux sur les « gaz occlus dans les poussières de charbon ».

(1) Expériences de M. Henry Hall, *Annales des Travaux publics*, t. LI.

Depuis vingt ans, environ, l'attention est particulièrement attirée sur le rôle joué par la poussière de charbon, dans les catastrophes qui surviennent de temps à autre dans les travaux des mines. La question fut étudiée tout d'abord par M. Vital, en France, et, dans la suite, la poussière charbonneuse fut considérée par les uns comme le principal agent d'explosion, et, par les autres, comme n'ayant qu'une influence nulle ou négligeable.

Actuellement, cette influence est généralement reconnue, mais, tandis que certains admettent que des mélanges d'air et de poussières seules peuvent donner naissance à de véritables explosions, d'autres prétendent que les mélanges d'air et de poussières ne deviennent inflammables qu'en présence d'une petite quantité de grisou. Le but du professeur Bedson n'est pas de rechercher laquelle de ces opinions se justifie le mieux, mais bien d'exposer des faits qui donnent une idée exacte de la composition des poussières et des conséquences que cette composition peut entraîner. Encore ne s'agit-il ici que d'un petit groupe de faits relatifs aux gaz occlus dans la poussière de charbon.

Il convient de rappeler tout d'abord ce qu'on entend par « occlusion ».

La propriété des corps solides de fixer, « de condenser » pour ainsi dire les gaz, à leur surface, est bien connue : les corps poreux présentent ce caractère au plus haut degré. Ainsi le charbon de bois fixe nonante fois son volume de gaz ammoniacal : la grande surface qu'il offre, combinée avec une faible affinité chimique, suffit pour amener la solidification de ce gaz. Les diverses espèces de charbon de bois ont un pouvoir absorbant plus ou moins grand selon leur porosité.

Cette propriété est facile à démontrer expérimentalement : on place quelques morceaux de charbon de bois dans une cloche qui renferme le gaz ammoniacal ; cette

cloche plonge dans un bain de mercure. Peu à peu le volume du gaz diminue et le mercure monte dans la cloche. Le charbon, exposé à l'air ou chauffé, abandonne le gaz qu'il avait absorbé. Ce phénomène d'absorption des gaz par les corps solides fut appelé « occlusion » par Graham : ce dernier découvrit qu'un métal chauffé au rouge (fer, platine, palladium) avait la propriété de laisser passer ou « diffuser » l'hydrogène : l'observation minutieuse de ce phénomène montra que cette perméabilité du métal était due à son pouvoir d'absorber le gaz dans ces conditions. Graham trouva que le palladium chauffé au rouge pouvait absorber 900 fois son volume d'hydrogène : après refroidissement le gaz restait « occlus » dans le métal, puis s'échappait peu à peu.

Ce fait peut être vérifié expérimentalement en chauffant au rouge un morceau de palladium, dans une atmosphère d'hydrogène.

On peut aussi décomposer une solution d'eau acidulée en prenant comme anode une lame de platine et comme cathode une plaque de palladium : on observe un dégagement d'H très faible ou nul ce gaz étant absorbé par le métal.

Si l'une des faces de cette électrode de palladium est vernie, l'absorption se fait par l'autre face : il en résulte une augmentation de volume qui force la plaque à s'enrouler sur elle-même.

Le professeur Bedson montre par deux expériences que des électrodes de palladium saturées d'hydrogène, ainsi qu'il vient d'être dit, laissent échapper ce gaz quand elles sont portées à une certaine température.

Il a cru devoir insister sur ces faits par suite de l'analogie qu'ils présentent avec les phénomènes d'occlusion des gaz dans le charbon.

Les gaz contenus dans le charbon ont été étudiés, en

Allemagne par le professeur Von Meyer et en Angleterre par M. Thomas ; ces Messieurs ont adopté des méthodes différentes.

Von Meyer introduisait des quantités de charbon variant de 200 à 400 grammes dans un flacon rempli d'eau : cette eau était préalablement privée d'air par l'ébullition.

Ce flacon était fermé au moyen d'un bouchon traversé par un tube : ce tube, devant servir au dégagement des gaz, était également rempli d'eau bouillie. L'appareil ainsi constitué était chauffé à diverses températures et les gaz qui s'en échappaient étaient recueillis.

M. W. J. Thomas décrit comme suit la méthode qu'il a employée.

« Un échantillon de charbon était scié au milieu d'un gros bloc : dans cet échantillon, un parallépipède de 15^{mm} environ d'épaisseur sur 175^{mm} de longueur était découpé. Cette prise d'essai, soigneusement débarrassée des poussières, était introduite rapidement dans un tube de verre de diamètre convenable. Une des extrémités de ce tube était affilée pour pouvoir être mise en communication avec une pompe pneumatique à mercure : l'autre extrémité était scellée au chalumeau immédiatement après l'introduction de la prise d'essai, puis l'air était extrait du tube aussi vite et aussi soigneusement que possible. [Les derniers volumes d'air extraits étaient recueillis pour être soumis à l'analyse.]

« Le vide obtenu, le tube était plongé dans l'eau bouillante et cette température de 100° maintenue jusqu'au moment où le dégagement de gaz s'arrêtait, c'est-à-dire pendant 7 heures environ. Ces gaz étaient recueillis, mesurés en volume et analysés. »

Un certain nombre d'expériences pratiquées ainsi sur des charbons provenant du Northumberland, du Durham et du pays de Galles, confirmèrent les résultats obtenus par Von Meyer sur des charbons allemands.

Ce dernier constata que 100 grammes de charbon donnaient de 3,64 C³ à 2 38.00 C³ de gaz consistant en un mélange d'anhydride carbonique, d'oxygène, d'azote et d'hydrocarbures, lesquels, sauf dans quelques cas, consistaient presque en totalité en gaz des marais (CH⁴).

D'autre part, M. Thomas, opérant sur des charbons du sud du pays de Galles, trouva que les gaz occlus consistaient en anhydride carbonique, oxygène, azote et méthane; une seule espèce de charbon fut trouvée exempte de ce gaz. Le volume obtenu, pour 100 grammes de charbon, variait de 31.2 C³ à 600.6 C³ : soit de 0.4 à 8 fois le volume primitif de l'échantillon.

De plus, ces expériences attirèrent particulièrement l'attention sur la nature et la qualité des gaz produits dans ces conditions par des échantillons d'anhracite et de *cannel coal*. Quelques variétés de ce dernier donnèrent des mélanges composés uniquement d'anhydride carbonique et d'azote : tandis que d'autres contenaient, en outre, une certaine proportion de méthane et d'hydrocarbures de la même série.

Ces gaz, contenus dans le charbon, ont leur origine dans les changements d'états successifs, subis par les matières végétales se transformant en houille, ils existent dans les couches sous des pressions considérables (expériences de Lindsay Wood ⁽¹⁾). Pendant l'abatage, ces gaz se dégagent peu à peu par les surfaces découvertes et la rapidité de cette sorte d'exsudation dépend, on le conçoit, de la structure intime du charbon : de plus, la réduction en fine poussière favorise ce dégagement, sans que cependant une évacuation complète du gaz soit observée.

(¹) Voir aussi les expériences faites en Belgique en 1886 (*Premières recherches et expériences* par MM. Schorn, Watteyne et Maquet). La pression constatée dans une couche du charbonnage de Belle-Vue à Elouges (Borinage) atteignait 42 1/2 atmosphères.

Il y a sept ans environ, à la demande de M. Hall, le professeur Bedson examina la poussière obtenue en passant au crible des échantillons de charbon provenant de la couche Hutton exploitée à la mine de Ryhope ; l'expérience avait montré que ces poussières étaient particulièrement inflammables et l'opinion que cette propriété était due au gaz occlus, avait été émise.

Le procédé employé pour l'extraction des gaz différait peu de la méthode suivie par M. Thomas. Les prises d'essai étaient placées dans des flacons remplis d'eau : un tube de verre traversant le bouchon en caoutchouc de ces flacons permettait de les relier avec la pompe à mercure de Sprengel. Ces flacons étaient plongés dans de l'eau qu'on maintenait en ébullition pendant plusieurs heures.

Les gaz étaient extraits au fur et mesure de leur dégagement, mesurés en volume et analysés.

Ces gaz étaient composés d'anhydride carbonique, d'oxygène, d'azote et d'un mélange de divers hydrocarbures appartenant à la série de l'oléine et de la paraffine.

Ces expériences montrèrent à l'évidence, 1° que des gaz inflammables se trouvent occlus dans les poussières, 2° que la composition de ces gaz avait beaucoup d'analogie avec ceux que Von Meyer avait extraits d'échantillons de charbon soumis pendant une longue période au courant ventilateur de la mine.

Récemment, le professeur Bedson a renouvelé ses expériences, et chauffé la poussière, tenue dans le vide, à des températures variant de 30° à 100° C.

670 grammes environ de poussières furent placés dans un flacon relié à la pompe à mercure ; le vide obtenu, ce flacon fut plongé dans un bain d'eau maintenu à la température de 30° C (86° Fahr.), pendant une période de 20 jours : les gaz qui se dégageaient furent recueillis et leurs volumes déterminés. La température fut ensuite élevée à 50° C

(122° Fahr.) et maintenue pendant 10 jours environ : il en résulta un nouveau volume de gaz. Une troisième extraction eut lieu, pendant une nouvelle période de 10 jours, le bain étant chauffé à 60° C. (140° Fahr.); une quatrième, à la température de 60° C à 80° C (140° à 176° Fahr.), maintenue pendant 7 jours; enfin, le bain fut porté à 100° C (212° Fahr.) pendant neuf heures et un dernier volume de gaz recueilli.

Les quantités suivantes de gaz furent obtenues :

	Centimètres cubes à 0° C. et à la pression de 760 ^{mm} de mercure.	
Première extraction à 30° C. (86° Fahr.)		100.9
Seconde " " 50° C. (122° Fahr.)		160.6
Troisième " " 60° C. (140° Fahr.)		116.3
Quatrième " " 60°-80° C. (140° à 176° Fahr.)		286.0
Cinquième " " 100° C. (212° Fahr.)		89.5
	Total .	753.3

Ce qui correspond à un volume de 112.4 C^s (à 0° C et sous 760^{mm}) pour 100 grammes de poussières.

La composition de ces divers volumes de gaz est donnée dans le tableau suivant.

N° DES ESSAIS	I	II	III	IV	V
Anhydride carbonique	5.77	8.34	12.12	27.35	20.80
Oxygène	9.33	7.31	5.35	0.56	4.16
Oxyde de carbone	—	—	—	1.68	2.34
Oléines	—	0.39	0.77	2.14	4.74
Paraffines	3.16	4.95	9.39	31.86	29.80
Azote	81.60	79.01	72.37	35.70	38.16
	99.86	100.00	100.00	99.29	100.00
Valeurs de <i>n</i> dans la formule C _{<i>n</i>} H _{2<i>n</i>+2}	2.1	2.2	2.1	2.3	2.8

Il faut remarquer que le gaz combustible trouvé dans la première expérience (colonne n° 1) n'est pas simplement du gaz des marais, mais bien un mélange de ce gaz avec des hydrocarbures appartenant à la même série : hydrocarbures qu'il est difficile de définir nettement ; dans tous les cas les valeurs croissantes de n prouvent l'existence du méthane (CH_4), de l'éthane (C^2H^6) auxquels il n'est pas impossible que le propane (C^3H^8) soit mélangé.

Les quatre premières expériences ont été faites sans que l'appareil soit démonté : en comparant les résultats qu'elles ont fourni, on observe que la proportion d'anhydride carbonique va en augmentant, tandis que la proportion d'oxygène diminue ; de plus, qu'à la température de 30°C , relativement peu de gaz combustibles se trouvent dans le mélange : ces gaz sont constitués uniquement d'hydrocarbures appartenant à la série de la paraffine ; les gaz de la série de l'oléine apparaissent seulement quand la température atteint 50°C .

Les résultats fournis par la cinquième opération ne peuvent malheureusement être comparés aux autres, la rupture de l'une des pièces de l'appareil ayant permis la rentrée d'un peu d'air.

Quoi qu'il en soit, ces expériences suffisent pour montrer que les gaz occlus par la poussière de charbon contiennent des hydrocarbures appartenant à la série de la paraffine et à celle de l'oléine, et les premiers renferment non seulement le gaz des marais, mais aussi d'autres gaz de la série.

Si les différents volumes de gaz obtenus, ainsi qu'il vient d'être dit, avaient été mélangés, on aurait obtenu un gaz de la composition suivante :

Anhydride carbonique	17.29
Gaz combustibles . .	21.17
Azote et oxygène . .	61.54
Total. . .	100 „

Ce qui peut aussi être mis sous la forme suivante :

Anhydride carbonique	17.29
Gaz combustibles . .	21.17
Azote	41.43
Air	20.11
Total. . .	100 „

La présence d'hydrocarbures, autres que le gaz des marais, a été établie par ces expériences; ces gaz sont plus facilement retenus dans le charbon, que le méthane (CH_4) lequel est plus léger et diffuse très aisément.

Les gaz obtenus en opérant sur du charbon récemment mis à découvert, — expériences de MM. Von Meyer et Thomas, — consistent presque entièrement en méthane. En soumettant à la même expérience des échantillons ayant séjourné longtemps à l'air, privés par conséquent d'une quantité notable de méthane, on doit obtenir des gaz se composant presque en totalité d'hydrocarbures lourds : hydrocarbures dont la présence peut être beaucoup plus facilement décelée que lorsque le méthane existe en forte proportion dans le mélange.

Ce fait explique les résultats différents obtenus par MM. Thomas et Von Meyer et M. le professeur Bedson. D'ailleurs, des expériences ont été faites sous la direction de celui-ci, sur du charbon récemment abattu; les prises d'essai étaient recueillies au front de travail même, dans la mine de Ryhope, et placées dans des flacons pesés. L'air extrait, ces flacons étaient portés à des températures variant de 30° à 100° C et les gaz produits, analysés.

Ces essais ont conduit aux résultats consignés dans les tableaux suivants.

N° DES ESSAIS	Nombre d'heures pendant lequel la prise d'essai a été chauffée	TEMPÉRATURE DU BAIN	Volumes des gaz obtenus ramenés à 0° C et à la pression de 760 ^{mm} de mercure
I	6	30° à 70° C. (86° — 158° Fahr.)	247 c ³
II	19	70° à 92° C. (158° — 196° Fahr.)	336 »
III	44	100° C. (212 Fahr.)	550 »
IV	24	id id	274 »
V	27	id id	293 »
Total.	120		1.700 c ³

Composition des gaz

N° DES ESSAIS	I	II	III	IV	V
Anhydride carbonique .	0.5	1.2	Volum ^{es} 0.78	0.3	0.8
Oxygène	17.5	9.9	7.20	8.0	8.0
Oxyde de carbone. . .	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
Oleïnes	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
Paraffines	4.8	26.6	22.47	14.5	6.8
Azote	77.2	61.9	70.00	77.2	84.7
	100.00	100.0	100.45	100.0	100.3

L'analyse a montré que les gaz combustibles obtenus dans l'essai n° I étaient l'hydrogène et le gaz des marais; dans les essais II, III et IV, ce dernier seul fut trouvé; enfin la valeur de n , dans la formule $C_n H_{2n+2}$, se rapportant à l'essai n° V, montra que le mélange était composé de gaz des marais et d'un autre hydrocarbure de la même série, probablement celui dont la formule est $C_2 H_6$ (éthane).

Dans ces conditions 100 grammes de charbon ont donné 818.1 centimètres cubes de gaz contenant 16,91 pour cent

d'éléments inflammables composés d'hydrogène, de méthane et probablement d'éthane. Au cours de ces essais, l'échantillon a perdu 4.5 grammes en poids.

La prise d'essai ayant servi aux expériences dont le résultat vient d'être donné, ne pouvant plus donner de gaz dans ces conditions, fut réduite en une fine poussière et sous cette forme fut chauffée dans le vide à la température de 100° C; au bout de vingt-six heures, le dégagement de gaz s'arrêta.

Le volume de gaz recueilli fut analysé et sa composition était la suivante :

Anhydride carbonique	0.85
Oxygène	6.95
Oxyde de carbone . .	traces
Oléïnes	1.10
Paraffines.	18.40
Azote	72.70
Total.	100 „

Il est à remarquer que les gaz inflammables de ce mélange sont constitués d'hydrocarbures analogues à ceux qui ont été obtenus dans les premières expériences faites sur la poussière de charbon. Ces faits confirment parfaitement la théorie du D^r Bedson; les hydrocarbures légers, occlus dans le charbon, s'échappent facilement, leur diffusion se fait rapidement quand celui-ci est réduit en fines particules; les hydrocarbures lourds, d'autre part, restent fixés dans les poussières.

Pour élucider complètement la question, un certain poids de charbon fut chauffé dans le vide à 100° C; le volume de gaz obtenu fut de 122.2 cm³ par 100 grammes. Le gaz cessant de se dégager, la température fut portée à 130° et maintenue jusqu'à l'arrêt du dégagement; cette opération donna naissance à un volume de 22.2 cm³ de gaz; 7.77 cm³ de gaz furent obtenus dans les mêmes conditions à la température de 184° C.

Le charbon qui avait servi dans ces expériences fut ensuite réduit en une poudre fine et porté, dans le vide, à la température de 100° C; il en résulta un volume de 37.7 cm³ de gaz.

Les différents volumes de gaz ainsi produits furent analysés; leur composition est donnée dans le tableau suivant.

Gaz obtenus en chauffant le charbon dans le vide.

	à 100° C	à 130° C	à 184° C	CHARBON réduit en poudre et chauffé à 100° C
Anhydride carbonique	3.4	8.5	5.8	4.4
Oxygène	1.1	4.0	27.0	1.2
Oxyde de carbone . .	0	0	0	1.0
Oléines.	0	1.8	0	2.6
Paraffines.	49.9	9.9	4.6	37.7
Azote	45.5	75.8	62.6	53.1
	99.9	100.00	100.00	100.00

100 grammes de charbon chauffés dans le vide ont donné les volumes suivants de gaz (volumes ramenés à 0° et 160^{mm} de pression).

	à 100° C	à 130° C	à 184° C	CHARBON réduit en poudre et chauffé à 100° C
Anhydride carbonique	4.20	1.87	0.45	1.66
Oxygène	1.40	0.89	2.10	0.45
Oxyde de carbone . .	0	0	0	0.38
Oléines.	0	0.40	0	0.98
Paraffines.	61.07	2.22	0.36	14.25
Azote	55.53	16.82	4.86	20.05
	122.20	22.20	7.77	37.77

Ces expériences montrent tout d'abord que la plus grande partie des gaz occlus dans le charbon et, notamment des gaz combustibles, se dégage à la température de 100°; les résultats obtenus indiquent l'influence de la division du charbon sur les quantités de gaz produites.

De plus, en comparant les gaz résultant des expériences faites sur du charbon réduit en poudre et sur de la poussière de charbon recueillie au triage, on observe 1° une différence complète au point de vue du volume; 2° une proportion beaucoup plus grande d'anhydride carbonique dans les gaz provenant de la poussière de charbon; ce qui semblerait indiquer une oxydation par l'oxygène de l'air; oxydation dont le produit resterait occlus dans le charbon; 3° les gaz combustibles contenus dans le charbon pulvérisé porté à 184° consistent en oxyde de carbone, et hydrocarbures de la série de l'oléïne et de la paraffine; ces derniers étant à peu près entièrement composés de pentane; en outre, les hydrocarbures de la série de la paraffine obtenus en chauffant dans le vide la poudre d'un charbon ayant subi une extraction à 100° sont analogues à ceux qui ont été trouvés dans la poussière recueillie par criblage.

Un autre point à remarquer est la différence existant entre les volumes de gaz obtenus en opérant sur du charbon, directement recueilli à front de la veine et ceux obtenus d'un échantillon ayant subi les manutentions et transports habituels, l'exposition à l'air provoquant l'épanchement d'une certaine quantité de gaz occlus.

Quant à la nature des constituants, on peut dire que ces gaz étaient composés comme suit :

- extraction à 100°, mélange de gaz des marais et d'éthane,
- " à 130°, éthane ($C_2 H_6$),
- " à 184°, butane ($C_4 H_{10}$),

tandis que les produits correspondants obtenus avec le charbon broyé en fine poudre, sont des hydrocarbures de

la série de la paraffine, mais comportant un indice n supérieur.

M. Mac Connel et le professeur Bedson ont examiné différents échantillons de charbon et de poussières de charbon provenant d'autres couches des bassins du Northumberland et de Durham, et leurs recherches ont montré qu'il existe *deux types distincts de charbon et de poussières* : l'un contenant occlus de l'anhydride carbonique, de l'azote et de l'oxygène; l'autre contenant ces mêmes éléments avec des gaz combustibles composés de gaz des marais en petite quantité et d'hydrocarbures de la série de la paraffine.

Ces derniers, plus denses, ne s'échappant pas facilement du charbon, sont rarement trouvés dans l'air des mines, dont le constituant inflammable est généralement le grisou; en second lieu, ainsi qu'on le conçoit, les poussières les plus rapidement inflammables sont celles qui contiennent ces hydrocarbures denses.

Un coup de mine qui produit des flammes en explosant dans une atmosphère contenant de telles poussières en suspension peut, par l'évéléation de température qui en résulte, permettre le dégagement d'une certaine quantité de ces gaz occlus; il faut remarquer que l'ébranlement résultant de la déflagration de la mine soulève les dépôts de poussières existants et les mélange à l'air ambiant.

D'autre part, les recherches expérimentales de M. Victor Meyer ont montré que les hydrocarbures supérieurs, appartenant à la série de la paraffine, en présence de l'oxygène se combinent avec ce gaz à une température plus basse que le méthane ou grisou. De plus, un même volume de ces hydrocarbures exige pour se combiner un volume d'oxygène ou d'air notablement plus grand que le grisou; ainsi, pour la combinaison, ce dernier exige 10 volumes d'air tandis que 17.5 volumes sont nécessaires à l'éthane; avec les gaz

occlus dans la poussière de la mine de Ryhope, sur lesquels le professeur Bedson a expérimenté le volume d'air nécessaire pour obtenir l'explosion maximum correspondant à vingt-cinq fois le volume des gaz combustibles.

Ces faits sont vérifiés expérimentalement par le conférencier en provoquant l'explosion de divers mélanges de gaz hydrocarbures et d'oxygène.

M. Bedson insiste ensuite sur la rapidité avec laquelle les gaz occlus peuvent prendre part aux actions chimiques et le démontre en laissant tomber dans un flacon, renfermant de l'oxygène, des particules de palladium saturées d'hydrogène; ces particules sont immédiatement portées à l'incandescence et souvent l'épanchement du gaz occlus est si prompt qu'une explosion s'ensuit.

Ainsi qu'on le voit, le Dr Bedson a établi par ses longues et patientes recherches, quelle est la nature des gaz « occlus » dans les poussières de charbon et partant dans le charbon lui-même.

Le phénomène de l'« occlusion », de la condensation d'un gaz à la surface d'un corps solide, dont il est parlé au commencement de ce compte rendu, a déjà été signalé et expérimenté en 1873, par notre savant chimiste belge, H. Melsens, membre de l'Académie royale. Il est intéressant de relater à nouveau une expérience qu'il a faite sur la liquéfaction des gaz absorbés par le charbon : « On intro-
» duit, dit-il, du charbon récemment calciné, aussi rapide-
» ment que possible, dans la longue branche d'un tube de
» Faraday, au fond de laquelle on place un petit bouchon
» d'asbeste (fig. 7, pl. 1).

» Ce tube, qu'on laisse provisoirement ouvert aux deux
» bouts effilés, prêts à être fermés au chalumeau, est entouré
» d'un linge humide sur lequel on place de la glace pilée,

» puis mis en communication avec les appareils donnant le
» gaz pur et sec sur lequel on veut expérimenter : on fait
» passer lentement un excès de gaz et l'on ferme aux deux
» extrémités à la lampe ; on connaît le poids du charbon, le
» poids du gaz absorbé et, au besoin, on peut connaître le
» volume total de l'appareil.

» Le tube ainsi préparé est placé dans un long tube de
» fer blanc rempli d'eau et terminé par une ouverture qui
» laisse échapper la vapeur ; la partie supérieure de ce tube
» est munie d'un bouchon que l'on garnit d'un mastic ou
» d'un lut convenable pour empêcher la vapeur de chauffer
» la courte branche plongée dans un mélange réfrigérant.

» L'acide sulfureux, le chlore, l'éther chlorhydrique, le
» cyanogène, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque, l'acide
» chlorhydrique ont été liquéfiés par cette méthode.

» J'ajoute que mes tubes ont été chauffés déjà à différentes
» reprises, et que, pour les démonstrations dans les leçons,
» ils sont parfaitement suffisants ; en effet, par le refroidis-
» sement, on voit le gaz condensé et transformé en liquide
» dans la courte branche s'évaporer, bouillir et retourner
» au charbon, pendant que du givre se dépose sur toute
» la partie du tube préalablement remplie de liquide. »
(*Annales des Travaux publics de Belgique*, t. XXXVII.)

D'autre part, si l'on considère les volumes des gaz extraits
du charbon, par rapport au volume du charbon lui-même,
si l'on examine la composition de ces gaz, composition qui
a été nettement définie par les expériences dont il vient
d'être question, on est frappé de la concordance qui existe
entre ces résultats et les idées émises en 1863 déjà, sur la
géogénie du grisou, par M. G. Arnould, directeur-général
des mines de Belgique. (*Bulletin de la Société des sciences,
des arts et des lettres du Hainaut*, t. I, 3^e Bulletin, 1864.
— *Annales des Travaux publics de Belgique*, t. XXXVII.)
Dans sa remarquable étude sur les dégagements instantanés,

nous trouvons, en effet, l'explication de l' « occlusion » du grisou et d'autres gaz, pendant la genèse même des couches de houille :

« L'enfouissement des couches de matières végétales en »
» voie de formation, dit-il, sous des stratifications posté- »
» rieures, s'est fait bien avant que la décomposition ne fût »
» terminée; il en résulte que la production du grisou s'est »
» encore opérée après le recouvrement des couches végé- »
» tales. Ce gaz ne trouvant plus d'issue s'est concentré »
» dans les parties les plus poreuses des couches et cette »
» absorption s'est faite avec d'autant plus d'énergie, que »
» celui-ci se trouvait à l'état naissant et que sa tension »
» augmentait par suite de la pression résultant de son »
» propre dégagement, du dépôt successif des stratifications »
» supérieures et de la chaleur centrale qui augmentait avec »
» l'enfoncement de l'ensemble du terrain.

» Là où ces conditions ont été complètement remplies et »
» alors que le grisou n'a pu se dégager, ce gaz, à l'état pur »
» ou à l'état de combinaison, existe le plus souvent dans la »
» houille et même parfois dans les terrains encaissants, sous »
» forme d'un liquide d'une excessive volatilité, voire même »
» à l'état solide, et se trouve disséminé dans la masse char- »
» bonneuse, confiné dans ses pores et peut-être aussi dans »
» certaines cavités des couches ou des terrains avoisinants.

» L'état de combinaison dont il vient d'être parlé exis- »
» terait dans la houille sous forme d'un composé liquide ou »
» solide, qui ne serait stable que sous l'empire d'une forte »
» pression; dès que celle-ci viendrait à diminuer, cette »
» combinaison cesserait; l'un des produits de la décompo- »
» sition serait dès lors le grisou à l'état gazeux, l'autre un »
» hydrocarbure d'une nature plus fixe, mais qui lui-même »
» finirait par se décomposer. »

Les expériences relatées plus haut mettent bien en lumière l'influence de la composition chimique des poussières de charbon sur leur inflammabilité.

La ténuité et la porosité, ces deux caractères physiques, sont loin d'avoir l'importance qui leur fut d'abord attribuée : on conçoit d'ailleurs qu'une explosion soulevant les poussières qui se trouvent dans un milieu opère une sorte de triage et chasse seulement devant elle les particules les plus fines, les seules, par conséquent qui entrent « en réaction » ; d'autre part la porosité des poussières, ainsi qu'il a été constaté expérimentalement, favorise l'épanchement des gaz occlus, mais l'influence de cet élément est bien faible comparée à celle de la température à laquelle les poussières sont portées.

Il est intéressant de faire ressortir la concordance qui existe entre les faits sur lesquels le professeur Bedson a attiré l'attention et les résultats de l'étude expérimentale de M. Hall. Ce dernier opérant dans un puits vertical a constaté que : « dans presque toutes les expériences où la poussière était en suspension une vive explosion avait lieu ; et, il était manifeste que la violence de la plupart de ces explosions *commençait seulement à s'accroître lorsque les flammes atteignaient l'orifice du puits* et qu'elles se répandaient dans l'air extérieur où ces flammes atteignaient parfois plus de 20 mètres de hauteur au-dessus du puits. »

La violence de ces explosions commençait à s'accroître lorsque les flammes atteignaient l'orifice du puits, c'est-à-dire quand, sous l'influence de la chaleur, les gaz occlus avaient eu le temps de s'épancher en quantité suffisante pour constituer un mélange détonant. On voit apparaître ici la notion du retard à l'inflammation des mélanges de poussières et d'air, lequel est composé : 1° du temps nécessaire au dégagement d'un volume de gaz combustibles suffisant pour que l'explosion ait lieu ; 2° du *retard à l'inflammation* du mélange ainsi formé. Ainsi se trouve rationnellement expliquée l'innocuité de certains explosifs brisants, vis-à-vis des poussières.

M. Hall a, d'autre part, expérimenté les poussières provenant de la couche Hutton et les a trouvées éminemment explosibles : le professeur Bedson a examiné ces mêmes poussières et a constaté qu'elles renfermaient de notables volumes de gaz inflammables constitués d'hydrocarbures denses, beaucoup plus dangereux que le grisou puisque pour produire l'explosion, c'est-à-dire se combiner complètement avec l'oxygène, ils exigent un plus grand volume d'air en présence ; ce dernier point est de nouveau conforme aux conclusions de M. Hall qui dit : « une abondance d'oxygène due par exemple à une ventilation très active accroît les chances d'explosions et augmente la gravité de celles-ci. »

La méthode d'investigation du professeur Bedson donne donc des résultats en concordance parfaite avec l'expérience : il faut remarquer qu'elle est d'une réalisation plus facile que la méthode expérimentale sans être soumise comme celle-ci à des influences extérieures qui peuvent échapper à l'observation ; elle permet de déterminer dans un laboratoire, d'une manière nette, la quantité et la nature des gaz occlus dans les poussières et partant, de donner une base certaine pour apprécier leur inflammabilité.

Bruxelles, janvier 1896.

