

INSTITUT NATIONAL DES MINES
A FRAMERIES

**Rapport sur les Travaux
de l'Institut National des Mines
à Frameries
pendant l'année 1928**

PAR

Emmanuel LEMAIRE

Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines.

I. — Etudes sur les explosifs de sûreté.

Les faits qui ont principalement retenu l'attention de la station de Frameries, à l'occasion des milliers de tirs d'explosifs auxquels elle a procédé depuis sa fondation en 1901, sont les suivants :

1° La réaction explosive est incomplète au passage de l'onde explosive. Elle s'achève en arrière du front de l'onde. Il y a lieu de distinguer dans la réaction explosive :

- a) Des réactions primaires qui se font au passage de l'onde explosive;
- b) Des réactions secondaires qui se font en arrière du front de l'onde explosive dans les gaz produits au passage de cette onde;

c) Des réactions tertiaires résultant du mélange des gaz d'explosifs avec l'air grisouteux ;

2° Le même mélange grisouteux, le mélange à 8 % de méthane, par exemple, brûle de manières très différentes, suivant les circonstances du tir et l'explosif employé pour l'allumer. Avec le même mélange grisouteux, on observe parfois des explosions très violentes, parfois des explosions beaucoup plus faibles, et parfois des explosions tellement faibles, qu'il faut une vérification précise pour s'assurer que le mélange a été allumé.

On peut en déduire que les gaz d'explosifs se mêlent presque instantanément à l'air grisouteux en agissant sur ses propriétés ;

3° Les explosifs de sûreté détonent de manière très incomplète dans les tirs au mortier et dans les tirs à l'air libre ;

4° Il est aisé de rendre les mélanges grisouteux ininflammables par addition de gaz incombustibles ou même de gaz combustibles.

La synthèse de ces constatations conduit à admettre que la sécurité du tir en milieu inflammable dépend :

a) Du degré d'achèvement de la réaction explosive au moment où la roche cède ;

b) De l'aptitude des réactions secondaires à s'achever pendant la détente et l'échappement des gaz ;

c) De la composition, de la pression et de la température des mélanges réalisés par les gaz d'explosifs avec l'air grisouteux.

Ces différents points ont été développés dans la série des publications du Siège d'expériences de l'Etat, à Frameries, et de l'Institut National des Mines qui lui a succédé.

Dans ces dernières années, la station de Frameries a repris le creusement de ses galeries au rocher du bois de Colfontaine, déjà commencé avant la guerre de 1914, afin de recueillir le plus grand nombre de faits possible à l'occasion de tirs en roches.

Ces tirs commencent à être déjà assez nombreux pour qu'on puisse commencer à se demander si les constatations faites à l'occasion de ces tirs en roches, confirment ou infirment les conclusions émises plus haut, et qui résultent surtout de constatations faites à l'occasion de tirs au mortier ou de tirs à l'air libre.

Il doit être bien entendu qu'il s'agit ici d'un simple essai de synthèse de ces constatations, car la méthode des tirs en roches est une méthode lente, et il faut se garder des conclusions hâtives. Tous ceux qui ont abordé l'inconnu par la méthode expérimentale savent que la vérité apparaît d'abord de manière assez vague et imprécise et que sa forme ne se précise que peu à peu.

Les tirs du bois de Colfontaine se font dans deux galeries.

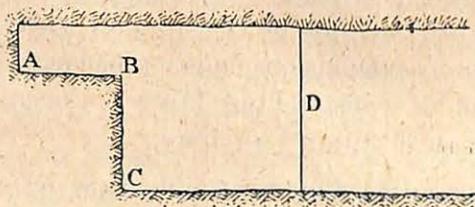
La galerie n° 1, commencée en 1913, avance à travers-bancs dans les terrains qui surmontent le poudingue houiller.

Les bancs traversés sont faiblement inclinés au sud et formés principalement de schistes noirs très tendres.

La galerie n° 2, commencée après la guerre, avance en chassage dans le poudingue houiller en dressant, donc en terrains durs.

Pour le creusement de ces galeries, on tire d'abord au sommet de la voie quelques mines de dégagement qui déterminent une excavation d'une profondeur égale à la longueur de l'avancement à réaliser. Le gradin res-

tant ABC est ensuite abattu par enlevures successives horizontales, d'épaisseurs variables, au moyen de mines forées parallèlement à l'axe de la galerie. Les fourneaux partent de la face verticale BC du gradin et sont forés parallèlement à la surface horizontale dégagée AB de ce gradin. Les mines sont donc très comparables entre elles.



Quand les mines sont chargées, on limite une chambre d'explosion de 12 à 20 mètres cubes de capacité, au moyen d'une cloison de papier D fixée à un cadre spécial, à une certaine distance du front. Le grisou est introduit à l'intérieur de cette chambre au moyen d'un tuyau perforé raccordé à une bonbonne dans laquelle le grisou a été comprimé à la pression voulue pour qu'en vidant complètement ce récipient, on réalise dans la chambre un mélange grisouteux à la teneur désirée. Avant le tir, on prélève des échantillons d'air grisouteux, afin de s'assurer que le mélange est bien homogène et a bien la teneur voulue en méthane.

Les tirs sont pratiqués, d'une part, avec de la dynamite n° 1, et, d'autre part, avec nos explosifs de sûreté.

On sait que les plus petites charges de dynamite n° 1, à 75 % de nitroglycérine et 25 % de kieselghur, allument le grisou dans les tirs au mortier et dans les tirs à l'air fibre. D'autre part, avec cet explosif, nous pouvons allumer le grisou quand nous le voulons, et à coup sûr, dans les tirs en roches, bien que les mines soient normalement bourrées.

L'étude des circonstances dans lesquelles un tel explosif n'allume pas le grisou dans les tirs en roches, est donc particulièrement intéressante et de nature à éclairer la question de la sécurité du tir en milieu inflammable.

Tirs en roches avec la dynamite n° 1.

L'ensemble des constatations faites dans les tirs en roches avec la dynamite n° 1 peut se résumer comme suit :

1° On peut arriver à tirer la dynamite n° 1 sans allumer le grisou, à la condition, d'une part, d'établir pour chaque terrain un rapport précis entre le poids de la charge et la longueur de la ligne de moindre résistance, et à la condition, d'autre part, que la dernière cartouche introduite ne soit pas trop rapprochée de l'orifice du fourneau ;

2° Si la longueur de la ligne de moindre résistance est trop faible, on allume le grisou, quel que soit le bourrage ;

3° Si la longueur de la ligne de moindre résistance a été bien déterminée et si la dernière cartouche introduite se trouve à une distance suffisante de l'orifice du fourneau de mine, il n'est pas nécessaire de bourrer la mine pour assurer la sécurité du tir ;

4° Pour des fourneaux de mine semblables, la charge nécessaire pour allumer le grisou est plus faible en terrain tendre qu'en terrain dur ;

5° En terrain dur très fissuré, les plus petites charges de dynamite n° 1 peuvent allumer le grisou. Une demi-cartouche suffit ;

6° Avec les charges qui sont à la limite de l'aptitude à l'inflammation du grisou, on observe souvent un retard très appréciable entre l'explosion de la charge et le coup de vent violent qui indique que le grisou a été allumé ;

7° Dans les petites chambres d'explosion réalisées quand on rapproche du front de la voie la cloison de papier, nous croyons observer que les fortes charges sont moins dangereuses que les charges plus faibles au point de vue de l'inflammation du grisou.

Tirs en roches avec les explosifs de sûreté.

Aucune mine chargée avec nos explosifs de sûreté n'a allumé le grisou au cours des essais de cette année, pas plus dans les tirs en roches dures que dans les tirs en roches tendres, même en supprimant le bourrage.

On sait que les explosifs de sûreté allument facilement le grisou dans les tirs à l'air libre, et ce tir à l'air libre est la limite vers laquelle on tend en réduisant progressivement la longueur de la ligne de moindre résistance. Dans certains tirs, nous avons réduit à 10 centimètres la longueur de la ligne de moindre résistance, ce qui est pratiquement la distance minimum à laquelle un fourneau de mine puisse être foré d'une surface libre. Le grisou n'a pas été allumé, bien que la charge employée fût la charge maximum permise, soit 900 grammes.

Discussion des résultats.

Il résulte des essais de cette année, comme des essais de l'année précédente, qu'il existe une différence bien nette, au point de vue de la sécurité du tir, entre la dynamite n° 1 et nos explosifs de sûreté. Si un virtuose du tir en milieu inflammable peut arriver à tirer la dynamite n° 1 sans allumer le grisou, les conditions à réaliser pour arriver à ce résultat sont d'appréciation tellement délicate, que ce serait commettre une grave imprudence que d'employer cet explosif dans les mines à grisou.

Il résulte des essais que, dans des fourneaux de mine comparables, la même charge de dynamite n° 1 est plus dangereuse en terrain tendre qu'en terrain dur. On constate également que, pour une même charge, le danger croît avec la réduction de la longueur de la ligne de moindre résistance. Enfin, on constate aussi que, dans les terrains durs très fissurés, donc peu résistants à la désagrégation, les plus petites charges de dynamite n° 1 allument le grisou. Or, la pression nécessaire pour faire céder la roche dépend de la dureté de celle-ci et de la longueur de la ligne de moindre résistance. La roche doit céder dès que la pression nécessaire est réalisée dans le fourneau de mine, et la pression réalisée à un moment donné dépend du degré d'achèvement de la réaction explosive à cet instant.

Nous pouvons donc conclure que la sécurité du tir dépend du degré d'achèvement de la réaction explosive au moment où la roche cède.

Dans le cas de mines surchargées, nous constatons que la dynamite n° 1 allume le grisou à coup sûr, alors que les explosifs de sûreté ne l'allument pas. Nous pouvons en conclure qu'avec la dynamite n° 1, qui détone de manière presque complète à l'air libre, la détente ne contrarie pas outre mesure l'achèvement des réactions secondaires, ce qui rend cet explosif dangereux. Avec les explosifs de sûreté, qui détonent de manière très incomplète dans les tirs au mortier et à l'air libre, on peut admettre que la détente contrarie énergiquement l'achèvement des réactions secondaires, et c'est probablement ce qui fait la sécurité du tir dans le cas de mines surchargées. Pour ces explosifs, il suffit probablement que les réactions primaires au passage de l'onde explosive se passent à l'abri de l'air grisouteux, pour que l'aptitude à allumer le grisou disparaisse en grande partie.

On constate qu'avec les charges qui sont à la limite de l'aptitude à l'inflammation du grisou, il existe un écart de temps très nettement perceptible entre l'explosion de la charge et l'explosion de grisou indiquée par le coup de vent violent qui l'accompagne. Les deux explosions successives, explosion de la charge et explosion de grisou, ont assez souvent été signalées à l'occasion des explosions de grisou survenues dans les mines. D'autre part, nous croyons observer que dans les petites chambres d'explosion les fortes charges sont moins dangereuses que des charges plus faibles, et notre attention a été attirée sur ce point au début de nos essais, parce que, voulant forcer la charge pour allumer le grisou en présence de visiteurs, nous avons été très surpris de ne pas réaliser cette inflammation. Il semble donc bien que, dans les tirs en roches comme dans les tirs au mortier, les gaz d'explosifs se mêlent très rapidement à l'air grisouteux en agissant sur ses propriétés, et que le danger d'inflammation dépende de la composition, de la pression et de la température du mélange réalisé par les gaz d'explosif avec l'atmosphère grisouteuse. Avec les charges qui sont à la limite de l'aptitude à l'inflammation du grisou, il semble bien que, dans le voisinage immédiat de la mine, le mélange réalisé par les gaz d'explosif avec l'air grisouteux soit très peu inflammable. La flamme s'y développe avec lenteur, puis elle s'accélère brusquement en arrivant dans l'air grisouteux frais, situé à plus grande distance du front et non additionné de gaz d'explosifs. De là les deux explosions consécutives souvent observées.

Jusqu'à présent, les tirs en roches semblent confirmer la théorie exposée plus haut sur la sécurité du tir en milieu inflammable.

Le bloc de roche disloqué par une mine disposée comme celles que nous tirons dans nos galeries d'essais pour l'abatage du gradin, est grossièrement parallélépédique. Il est limité par des cassures verticales et au niveau du fourneau par une cassure grossièrement horizontale. Il semble que le bloc soulevé ait une tendance à se comporter, au moment du tir, comme une pièce encastrée soumise à une charge locale. Il a tendance à se rompre aux encastresments les plus rapprochés du fourneau, c'est-à-dire contre les parois de la galerie les plus rapprochées.

Il ne faut évidemment pas vouloir appliquer de trop près à la roche la théorie des pièces encastrées, car la roche manque d'élasticité et présente souvent des fissures et des joints de toutes espèces. Cependant, certaines roches, tels les schistes noirs traversés par la galerie n° 1, semblent susceptibles de déformation et d'étirement par glissement de leurs éléments les uns sur les autres, avant formation de cassures largement ouvertes. Il semble que l'explosion des mines que nous tirons pour l'abatage du gradin doive avoir pour premier effet de produire un certain bombement de la roche au-dessus du fourneau et une fissuration horizontale au niveau du fourneau parallèlement à la surface dégagée. La pression qui s'établit dans cette fissure horizontale doit tendre à soulever la roche en propageant cette fissure vers les parois de la galerie et vers la paroi verticale du gradin et en créant des fissures verticales aux encastresments les plus rapprochés du fourneau.

Il semble que, pour assurer la sécurité du tir avec des explosifs tels que la dynamite n° 1, il faut chercher à retarder le moment où une des cassures fait communiquer largement le fourneau avec une surface libre. Pour une charge donnée, il faut donc que la longueur de la ligne de moindre résistance, la distance entre la dernière car-

touche introduite et l'orifice du fourneau, et peut-être même la distance entre la charge et les parois de la galerie, soient judicieusement choisies, pour tenir les gaz emprisonnés aussi longtemps que possible, afin de permettre l'achèvement de la réaction explosive et un certain abaissement de la température des gaz par détente à l'intérieur même de la roche.

Dans le courant de cette année, nous avons pu tirer des charges de dynamite n° 1 allant jusqu'à 400 grammes, sans aucun bourrage et sans allumer le grisou. Ce fait nous confirme dans l'opinion, déjà exprimée dans le rapport de l'an passé, que le bourrage ordinaire ne joue qu'un rôle très effacé dans la sécurité du tir, peut-être même nuisible dans certains cas où une certaine détente des gaz eût été utile. L'importance plus ou moins grande du bourrage ordinaire et son inutilité dans certains cas, au point de vue de la sécurité du tir, sont probablement en rapport avec la rapidité de formation de la fissure horizontale au niveau du fourneau.

Nous nous proposons, en 1929, de déterminer par la photographie la manière dont se fait l'échappement des gaz enflammés dans les tirs en roches, afin de chercher à élucider les différents points ci-dessus.

Les résultats de cette année nous confirment dans l'idée, déjà exprimée dans le rapport de l'an passé, que la mise en défaut des explosifs de sûreté, dans la pratique des mines, provient d'un emploi anormal de ces explosifs. Nous attirons à nouveau l'attention sur le danger des fourneaux de mine trop étroits forés avec des fleurets usés. Pour introduire la charge dans de tels fourneaux, il faut la comprimer, ce qui est défavorable à la détonation normale et à la sécurité du tir. Certaines cartouches se bloquent en cours d'introduction et refusent d'avancer, d'où

compression énergique de ces cartouches et espacements entre les éléments de la charge, ce qui peut amener des détonations anormales défavorables à la sécurité. Si l'on force une cartouche gainée dans un fourneau de mine trop étroit, on abîme inévitablement la gaine et l'on s'expose à des introductions de poussières incombustibles entre les cartouches. Le forçage des cartouches dans des fourneaux trop étroits doit être évité à tout prix.

Le seul moyen d'éviter cette cause de danger est de laisser systématiquement un vide important autour des cartouches. L'écart entre le diamètre des cartouches et le diamètre des fourneaux devrait être de l'ordre de dix millimètres. Un tel vide, en retardant le moment où la pression nécessaire pour faire sauter la roche est réalisée dans le fourneau, est favorable à l'achèvement de la réaction explosive avant l'échappement des gaz et, partant, à la sécurité du tir. Nous pensons que, pour assurer la sécurité du tir, il faut s'attacher à permettre un achèvement convenable de la réaction explosive en ne surchargeant pas les mines d'abord, et ensuite en laissant un vide autour des cartouches. Nous nous proposons de faire l'étude systématique de ce dernier point en 1929, dans nos galeries au rocher.

Dans le courant de cette année, nous avons commencé une étude sur l'ionisation des gaz d'explosifs. Nous avons été amené à faire cette étude parce que certaines de nos photographies de flammes faites face au canon dans la galerie de Frameries, montrent des trajectoires qui ont de l'analogie avec les trajectoires d'ions et d'électrons. Au moment du tir, une galerie d'essais fonctionne, dans une certaine mesure, comme une chambre de Wilson. Il s'y produit à la fois un éclaircissement intense et une détente en atmosphère saturée de vapeur d'eau dans certains cas.

Il est donc possible que la condensation de cette vapeur d'eau autour des particules ionisées soit enregistrée par la photographie (1).

Nos premiers essais montrent que, conformément aux indications de nos photographies, les gaz d'explosifs sont fortement ionisés, ce qui était à prévoir d'ailleurs. Il est prématuré de vouloir en tirer des conclusions au point de vue de la sécurité du tir.

II. — Etudes sur le matériel électrique antigrisouteux.

Depuis deux ans environ, nous exigeons l'observation stricte des règles que nous avons proposées pour la construction du matériel électrique antigrisouteux, et qui ont été publiées dans notre rapport sur les travaux de 1926. Nous ne soumettons aux essais d'agrément que le matériel qui répond à ces prescriptions.

Les essais sont actuellement assez nombreux pour qu'on puisse dire qu'on peut employer sans crainte, dans les mines à grisou, le matériel construit conformément à ces règles. La généralisation de l'emploi de l'électricité dans les mines à grisou est donc actuellement possible.

III. — Etudes sur les étincelles de choc et de frottement.

Le rapport sur les travaux de l'Institut National des Mines pendant l'année 1927 a donné un état de la question de l'inflammation du grisou par les étincelles de choc ou de frottement. Il a fait un exposé sommaire des accidents de grisou survenus en Belgique et attribués, à tort ou à raison, à ces étincelles, et il a passé en revue les expériences de laboratoire qui ont été faites en Belgique et à l'étranger pour l'étude de cette cause de danger.

(1) E. LEMAIRE, « Aspect des flammes au tir au mortier », *Annales des Mines de Belgique*, tome XIX, année 1914.

De nouvelles expériences ont été faites sur ce sujet, en Belgique et en Angleterre, en 1928.

Expériences anglaises.

Le « Safety in Mines Research Board » s'est préoccupé des phénomènes lumineux qui ont été observés à diverses reprises dans les mines de houille à l'occasion de mouvements de terrain ou d'éboulement de roches, phénomènes qui ont peu retenu l'attention jusqu'à présent.

Les auteurs de l'étude, Wheeler et Burgess, rappellent les lueurs qui ont été observées en Moravie et en Silésie à l'occasion de mouvements de terrain, et ils passent en revue les explosions de grisou qui ont été attribuées aux étincelles et autres manifestations lumineuses produites par le choc ou le frottement de roches les uns sur les autres.

Le 8 novembre 1896, une explosion de grisou s'est produite au puits Maindy, Clamorgan, en l'absence de tout personnel dans le quartier sinistré. Le point initial d'inflammation a été situé en un endroit où s'était produite une chute de pierres. La roche tombée était un grès très dur, formé presque entièrement de quartz, avec inclusions de pyrite.

Le frottement ou le choc de fragments de cette roche les uns sur les autres produisaient des étincelles capables d'allumer le grisou dans certaines conditions expérimentales.

Une série de trois explosions de grisou survenues à la mine Bellevue, Alberta, ont été attribuées par Stirling et Cadman à des étincelles de roches. La roche incriminée était un grès bitumineux à grains fins, contenant environ

(2) WHEELER et BURGESS, *The Ignition of Firedamp by the Heat of impact of Rocks*. Safety in mines research Board, paper n° 48.

50 % de quartz et 16 % de matières charbonneuses. La chute de blocs de 30 kilogrammes environ de cette roche sur des fragmetns de roches gisant sur le sol produisait de brillantes gerbes d'étincelles. Un coup de marteau appliqué sur cette roche portait à l'incandescence le point frappé. Par choc ou frottement de fragments de cette roche les uns sur les autres, on a pu allumer le grisou dans certaines conditions d'expériences.

L'explosion de grisou survenue, en 1918, à la mine Minnie, Podmore Hall Colliery, N. Staffs, a été attribuée à des manifestations lumineuses analogues à celles qui ont été observées en Moravie et en Silésie. Dans cette usine, un banc d'une roche siliceuse très dure, dite « Bulldog », produit, lorsqu'il fléchit, se brise et tombe, des lueurs analogues à celles qu'on observe au trolley d'un tramway électrique, mais de plus longue durée.

Dans deux autres accidents de grisou survenus l'un le 19 septembre 1926, à la mine Hillcrest, Alberta, l'autre le 1^{er} mars 1927, à la Marine Colliery, Monmouthshire, les étincelles produites par le choc ou le frottement des roches ont été envisagées comme cause possible de l'inflammation du grisou.

Pour l'étude de cette cause de danger, les expérimentateurs anglais ont utilisé des meules de grès, sur lesquelles un levier permettait d'appliquer des blocs de même nature. Un dynamomètre permettait de mesurer l'énergie absorbée au contact de la roche et de la meule. Le dispositif expérimental était enfermé dans une chambre remplie d'un mélange grisouteux.

Il a été constaté que le grisou pouvait être allumé assez facilement avec ce dispositif expérimental. Les auteurs pensent que le grisou s'allume non pas au contact des étincelles produites, mais au contact de la roche, qui est portée à haute température par le frottement de la meule.

Ils estiment que la brillante gerbe d'étincelles produite au contact d'une barre d'acier et d'une meule de carborundum n'allume pas le grisou, à cause du long retard à l'inflammation de ce gaz, tandis qu'une surface suffisamment chaude peut porter le grisou à sa température d'inflammation.

Dans les conditions des expériences, l'énergie à transformer en chaleur au contact de la roche et de la meule, pour porter la roche à la température d'inflammation du grisou, était de l'ordre de 30 kilogrammètres. En raison de leur mauvaise conductibilité calorifique, les blocs de roches sont portés plus facilement à cette température par le frottement de la roche que des barres d'acier, meilleures conductrices de la chaleur.

Dans la mine, le danger d'inflammation du grisou, par friction ou choc de roches entre elles, dépend de l'étendue des surfaces au contact desquelles l'énergie est transformée en chaleur. Il n'est pas nécessaire que cette énergie soit bien considérable si les surfaces soumises au choc ou au frottement sont peu développées.

Les mélanges d'air et de grisou sont d'autant plus faciles à allumer, dans ces conditions, qu'ils sont plus rapprochés de la limite inférieure d'inflammabilité.

Expériences belges.

Les études sur le danger des étincelles de fer ont été continuées en utilisant, comme précédemment, des meules de corindon ou de carborundum de 12 centimètres de diamètre, tournant à 3.000 tours à la minute et sur lesquelles des barres métalliques sont appliquées à la main.

Cette année, les gerbes d'étincelles produites ont été lancées à contre-courant dans un tube en verre parcouru par un courant d'air grisouteux. Le mélange grisouteux

à expérimenter était préparé dans un gazomètre de laboratoire et pénétrait dans le tube en verre à travers un dispositif capable d'empêcher tout retour de flamme au gazomètre.

En 1927, nous avons constaté que si l'on dirigeait un jet d'oxygène pur sur le point de contact de la meule et de la barre d'acier, dans le but de produire des étincelles très chaudes, il était aisé d'allumer les mélanges grisouteux. Cette constatation nous a amené à étudier, en 1928, l'effet d'un enrichissement de l'atmosphère grisouteuse en oxygène.

Le grisou naturel de Frameries renferme comme impuretés de l'acide carbonique et de l'azote. L'acide carbonique est facilement éliminé avant l'emploi. Pour les essais, nous avons commencé par ajouter au grisou naturel la proportion d'oxygène nécessaire pour que le rapport entre l'oxygène et l'azote fût un peu supérieur à celui qui existe dans l'air pur. Ce mélange a été alors additionné d'air pur pour réaliser la teneur voulue en méthane.

Nous avons constaté que si l'on augmentait, si peu que ce soit, le rapport qui existe normalement dans l'air pur entre l'oxygène et l'azote, le mélange grisouteux peut être allumé facilement par l'étincelle de fer, sans qu'il soit nécessaire d'exercer de fortes pressions sur la meule.

En diminuant alors la proportion d'oxygène ajoutée, de manière à réaliser le même rapport entre l'oxygène et l'azote que dans l'air pur, nous avons constaté que l'étincelle de fer allume également le mélange.

Il résulte donc de ces essais que les mélanges d'air pur et de méthane pur peuvent être allumés par l'étincelle de fer et que ce sont les impuretés du grisou naturel qui rendent les mélanges grisouteux ininflammables dans la plupart des cas. Pour allumer les mélanges grisouteux, il semble que la température de l'étincelle doive être d'au-

tant plus élevée que le grisou naturel est plus impur et renferme plus de gaz incombustibles, tels que l'acide carbonique et l'azote.

Etant donnée l'influence de la proportion d'oxygène sur l'inflammabilité des mélanges grisouteux, il est naturel que les mélanges les plus rapprochés de la limite inférieure d'inflammabilité soient les plus inflammables, et c'est ce que nous avons constaté également.

Conclusions pour 1928.

Nous conclusions pour 1927, telles qu'elles ont été publiées dans le rapport sur les travaux de l'Institut National des Mines pendant l'année 1927, étaient les suivantes :

« De l'ensemble des essais, il résulte qu'il est très difficile d'allumer le grisou par les étincelles de choc ou de frottement, et il est heureux qu'il en soit ainsi. Ce n'est que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles que l'étincelle pourrait être suffisamment chaude pour allumer le grisou.

» Du point de vue théorique, la température d'une particule incandescente dépend de sa capacité calorifique, des réactions chimiques dont elle est le siège et de la quantité de chaleur que lui a communiquée le choc ou le frottement qui l'a arrachée de son support. Cette quantité de chaleur dépend de l'énergie du choc ou du frottement et de la masse des particules sur lesquelles la percussion ou le frottement s'exerce en même temps. Il suffit d'un frottement peu énergique pour porter des particules à l'incandescence, si ce frottement se concentre sur quelques particules. »

Ces conclusions, et notamment celles qui sont relatives à l'inocuité des étincelles de fer dans la plupart des cas, sont encore valables pour 1928, car, à notre connaissance,

il n'a jamais été signalé de dégagement de méthane chimiquement pur dans les mines. Le grisou naturel renferme le plus souvent une certaine proportion d'acide carbonique et d'azote, qui s'opposent à son inflammation par l'étincelle de fer dans la plupart des cas.

Il importe cependant de faire systématiquement l'analyse du grisou de toutes les couches, en prélevant des échantillons à l'intérieur même des veines. Il existe vraisemblablement des grisous plus dangereux les uns que les autres, et une étude systématique à ce point de vue serait d'un grand intérêt et d'une grande utilité.

L'influence de la proportion d'oxygène sur le danger d'inflammation du grisou nous porte à croire qu'en milieu comprimé, l'étincelle de fer serait plus dangereuse qu'à la pression ordinaire, bien que le rapport entre l'oxygène et l'azote soit le même dans les deux cas. De là le danger des étincelles qui s'échappent parfois des tuyauteries d'air comprimé.

Nos conclusions pour 1928 pourraient s'exprimer comme suit :

Le danger d'inflammation du grisou par les étincelles de choc ou de frottement dépend de la température de ces étincelles et, partant, de l'énergie mise en œuvre pour les produire. Il dépend également de la composition et de la pression du mélange grisouteux, et spécialement de la proportion d'oxygène que renferme le mélange et des impuretés que renferme le grisou naturel.

Au point de vue pratique, il importe de s'assurer de l'absence du grisou avant de mettre un outil en action sur une roche dure et d'éviter les chasses d'air comprimé pour évacuer les accumulations locales de grisou.

IV. — Etudes sur les dégagements instantanés de grisou.

En vue d'arriver à la connaissance de l'état du grisou dans la houille, nous avons poursuivi l'étude de la décomposition des matières végétales par fermentation anaérobie.

D'une manière générale, on constate que les fermentations anaérobies de matières végétales, très actives au début, subissent rapidement un ralentissement marqué et deviennent bientôt languissantes. Elles continuent plus longtemps en eau salée qu'en eau douce.

La matière végétale se désagrège lentement et le liquide se charge de colloïdes. Voici quelques résultats d'analyse des gaz recueillis :

1. — Pulpe de feuilles caduques :

Acide carbonique	20,00
Hydrogène	1,50
Méthane	67,00
Azote	11,50
	<hr/>
	100,00

2. — Pulpe de fougères :

Acide carbonique	12,20
Hydrogène	11,90
Méthane	15,00
Azote	60,90
	<hr/>
	100,00

3. — Pulpe d'équisetum maximum :

Acide carbonique	22,04
Hydrogène	0,00
Méthane	19,35
Azote	58,61
	<hr/>
	100,00

4. — Foin d'herbes :

Acide carbonique	12,35
Hydrogène	0,00
Méthane	49,42
Azote	38,23
	<hr/>
	100,00

5. — Bois vert de sureau :

Acide carbonique	38,51
Hydrogène	0,00
Méthane	8,16
Azote	53,33
	<hr/>
	100,00

6. — Bois mort de sureau, sans moelle :

Acide carbonique	26,93
Hydrogène	0,00
Méthane	72,15
Azote	0,92
	<hr/>
	100,00

7. — Moelle sèche de sureau mort :

Acide carbonique	6,22
Hydrogène	0,00
Méthane	80,46
Azote	13,32
	<hr/>
	100,00

Comme point de comparaison, voici la composition du grisou naturel qui alimente la station d'essais de Frameries :

Acide carbonique	3,79
Hydrogène	0,00
Méthane	80,82
Azote	15,39
	<hr/>
	100,00

Le grisou de Frameries se rapproche le plus de celui qui provient de la fermentation de végétaux morts.

En triturant du terreau de feuilles mises en tas à l'air pendant plusieurs mois, on obtient une pulpe très fine qui, mise en suspension dans l'eau, se dépose avec un certain classement par ordre de densité. Soumise à la fermentation anaérobie, cette matière continue à se décomposer très lentement. Après un temps plus ou moins long, les gaz produits cessent de se dégager, restent emprisonnés dans la masse, et le niveau de l'eau s'élève lentement dans le vase où se fait la fermentation.

On peut rendre ce phénomène très apparent en remplissant complètement d'eau le vase où se fait la fermentation et en le fermant par un bouchon surmonté d'un tube en verre. On constate que l'eau s'élève progressivement dans le tube et vient sortir à son sommet, sans qu'il se produise de dégagement gazeux.

Nous avons eu l'occasion de faire découvrir un puits perdu d'environ 2^m,50 de profondeur, qui filtre des eaux ménagères depuis quinze ans environ et au fond duquel nous supposons qu'une couche épaisse de matières organiques plus ou moins décomposées devait s'être formée. Nous avons d'abord constaté que ce puits était rempli d'eau jusqu'à la surface et que de petites bulles de gaz peu nombreuses venaient crever à la surface.

Un récipient attaché au bout d'une corde a été descendu dans ce puits pour prélever un échantillon de la boue déposée sur le fond. Quelques petites secousses imprimées

au récipient pour le faire pénétrer dans la boue ont déterminé dans le puits un véritable dégagement instantané de grisou sous eau. D'énormes bulles de gaz sont venues crever à la surface, et, en quelques secondes, le puits a été rempli jusqu'à la surface par une boue noire et épaisse ramenée du fond par les gaz qui s'en échappaient.

Recueillie, cette boue noire continue à fermenter depuis près d'un an. Il faut remuer le récipient qui la contient pour obtenir un dégagement gazeux.

Il semble qu'arrivée à un certain état de décomposition et de division par putréfaction et macération dans l'eau, la matière organique retienne énergiquement les gaz. Ceux-ci, toutefois, n'arrivent pas à alléger à suffisance la pulpe végétale pour la faire flotter dans le liquide, ce qui permet de croire que le gaz est absorbé sous densité relativement forte à la surface des particules solides. L'état d'équilibre réalisé est cependant fort instable.

La quantité de gaz retenue par la masse végétale semble fonction de la hauteur d'eau qui recouvre celle-ci et, par conséquent, de la pression qu'elle subit. Il est donc possible que la nature plus ou moins grisouteuse des couches soit fonction de la hauteur d'eau qui a recouvert la matière végétale en fermentation, et peut-être aussi de la rapidité avec laquelle cette matière a été recouverte par des sédiments argileux et sableux qui ont contrarié la sortie des gaz.

Il semble également que, pour permettre à la fermentation anaérobie des matières végétales de continuer pendant longtemps, il faut qu'une certaine circulation d'eau élimine les produits solubles de la fermentation, qui finirait autrement par rendre le milieu antiseptique et par arrêter la décomposition.

Certains faits cités plus haut permettent de croire que les gaz de la fermentation sont adsorbés par la pulpe végé-

tale parvenue à un grand état de division. C'est probablement dans ces phénomènes d'adsorption qu'il faut chercher la clef du mystère des dégagements instantanés de grisou.

L'adsorption entre un solide et un gaz consiste dans la condensation du gaz à la surface du solide. Les particules solides s'enfourent d'une pellicule de gaz qu'elles retiennent énergiquement. La quantité de gaz adsorbée est d'autant plus grande que la pression est plus élevée et la température plus basse. Plus le solide est divisé, plus la surface adsorbante qu'il présente est considérable, et plus la quantité de gaz qu'il est susceptible de retenir par adsorption est considérable.

Dans l'hypothèse de l'adsorption, une couche sera d'autant plus grisouteuse que la pulpe végétale qui lui a donné naissance aura atteint un plus grand état de division et que la pression sous laquelle s'est faite l'adsorption aura été plus considérable.

La masse solide-gaz n'aura tendance à l'expansion que si l'on diminue la pression ou si l'on élève la température. Sa tendance à la désagrégation sera d'autant plus grande que la quantité de gaz qui tend à s'en échapper à la fois, à la suite d'une diminution de pression, sera plus considérable.

Il est probable que les couches à dégagements instantanés de grisou sont celles où l'adsorption s'est faite sous pression dans une pulpe très divisée, et que les points de ces couches où se produisent ces accidents sont ceux où la pulpe végétale a atteint un plus grand état de division que dans le reste de la masse.

Ces conclusions n'ont rien de définitif. Ce sont de simples indications.

V. — Etudes sur le charbon.

Dans le courant de cette année, nous avons étudié au banc métallographique toute une série de charbons du bassin du Sud et du bassin du Nord de la Belgique, en considérant séparément dans la même couche les lits de charbon brillant, les lits de charbon mat et les lames de fusain.

Le but de cette étude, qui a été publiée en partie dans la 2^e livraison du tome XXIX des *Annales des Mines de Belgique* (3), était de nous rendre compte par nous-mêmes, et non pas seulement par la littérature étrangère, de la structure physique de la houille.

Dans les charbons que nous avons étudiés, le fusain ou houille daloïde est relativement rare. Il forme des lames d'étendue variable intercalées entre les lits de charbon brillant ou étalées à la surface des lits de charbon mat. L'épaisseur de ces lames est de l'ordre de 1 ou 2 millimètres.

Ce fusain est un charbon noir d'aspect soyeux, qui tache fortement les doigts. Il est généralement friable, mais on le rencontre cependant en lames fibreuses assez dures, difficiles à écraser par pression entre les doigts.

Le fusain est presque exclusivement formé de tissus végétaux à des états de décomposition plus ou moins avancés et dont la structure cellulaire est généralement bien conservée. Les aspects microscopiques varient avec l'état de conservation des parois cellulaires et les pressions qu'elles ont subies et qui les ont plus moins déformées.

La densité du fusain varie d'une couche à l'autre. Dans les charbons étudiés, cette densité est plus élevée que celle des autres constituants, ce qui tient vraisemblablement à

(3) DE BOOSERÉ, « Structure microscopique des charbons campinois », *Annales des Mines de Belgique*, tome XXIX, année 1928.

une teneur plus élevée en cendres. Nous avons observé des densités atteignant 1,5, très nettement supérieures à celle des autres constituants.

Au point de vue chimique, le fusain est la partie la moins intéressante de la houille. C'est le constituant le plus cendreur. Nous avons observé des teneurs en cendres de 7 à 12 %, alors que ces teneurs dans les autres constituants de la même couche étaient de 2 à 4 %.

Le fusain est le constituant le plus pauvre en matières volatiles, en hydrogène et en azote. On l'accuse parfois d'être le plus riche en soufre, mais ce n'est pas le cas pour les charbons que nous avons étudiés. C'est le constituant qui donne le moins de goudron à la distillation. Il en donne à peine la moitié, et souvent moins encore, de ce que donne le charbon brillant. Il ne gonfle pas à la distillation, mais le coke qu'il fournit n'est pas fondu et reste noir et poussiéreux.

D'une manière générale, le charbon brillant et le charbon mat sont formés d'une matière amorphe sans aucune structure qui enrobe et cimente des corps figurés, derniers vestiges des matières végétales qui leur ont donné naissance.

Cette matière amorphe est d'aspect brillant.

Elle est manifestement de nature colloïdale, comme en témoignent les crevasses et les fissures de retrait qui la découpent. C'est vraisemblablement un complexe colloïdal, car les matières végétales dont elle dérive vraisemblablement sont formées en grande partie de colloïdes mélangés les uns aux autres et dont la séparation est très difficile.

Les corps figurés qu'enrobe le complexe colloïdal sont des débris de tissus végétaux et des débris d'exines de spores. Celles-ci sont rares dans le charbon brillant et très nombreuses dans le charbon mat. Les parois cellulaires

des débris de tissus végétaux sont souvent gonflées. Parfois, ces débris se dégradent progressivement sur les bords et se fondent dans le complexe colloïdal.

Le charbon brillant et le charbon mat se différencient surtout, au point de vue physique, par la proportion de débris végétaux qu'ils renferment et qui masquent plus ou moins l'aspect brillant du complexe colloïdal qui emprisonne ces débris.

Dans le charbon brillant, le complexe colloïdal prédomine. Cette matière existe parfois à l'état de grande pureté, en lits de faibles épaisseurs, sans enclaves de débris végétaux, et constituent alors le vitrain, ainsi nommé par M^{me} Stopes. Mais, le plus souvent, le complexe colloïdal présente des enclaves plus ou moins abondantes et plus ou moins disséminées de débris végétaux et constitue alors le clarain du même auteur. La proportion de débris végétaux dans le clarain est difficile à estimer : elle paraît faible dans l'ensemble. Les débris végétaux sont ordinairement séparés par des plages plus ou moins développées de vitrain.

Dans le charbon mat ou durain, la proportion de débris végétaux noyés dans le complexe colloïdal est plus importante que dans le clarain, ce qui donne à la masse un aspect terne. Ces débris végétaux sont des débris de tissus, et surtout des débris de spores. On y remarque des traînées de spores contournant des débris végétaux. Le durain est en quelque sorte du clarain avec forte addition de spores. Malgré l'abondance des débris végétaux qui caractérise le durain, on y observe encore des plages de vitrain.

La classification des charbons en vitrain, clarain et durain paraît trop absolue. De même qu'on observe des charbons plus ou moins brillants ou plus ou moins mats, on observe des formes de transition entre le clarain et le du-

rain, ainsi que des plages de vitrain dans ces deux constituants.

En résumé, abstraction faite du fusain, peu développé dans les charbons étudiés, la houille est formée d'un complexe colloïdal et de débris végétaux, les uns en voie de gélification, les autres moins évolués ou plus résistants à la gélification ou incapables de la subir. L'éclat de la houille et sa résistance à la fragmentation sont en relation avec la proportion de débris végétaux enrobés dans le complexe colloïdal. Il semble que des pluies de spores aient enrichi certains lits en débris végétaux et les aient transformés en charbon mat.

Le charbon brillant et le charbon mat sont très voisins comme densité. Bien qu'il soit plus compact en apparence et plus résistant à la fragmentation, le charbon mat est parfois moins dense que le charbon brillant, dans la même couche.

Le charbon brillant est le constituant le plus intéressant au point de vue chimique. C'est ordinairement le plus riche en matières volatiles et en hydrogène. C'est lui qui renferme le plus d'azote et de soufre organique, ce qui tend à prouver que les albumines végétales ont joué un rôle dans la formation du complexe colloïdal, qui le constitue en majeure partie. C'est le charbon brillant qui donne le plus de goudron à la distillation ; il en donne parfois deux et trois fois plus que les autres constituants dans la même couche. C'est le constituant le moins cendreur.

Son pouvoir agglutinant est de l'ordre du double de celui du charbon mat et du quadruple de celui du fusain. Pratiquement, c'est le seul constituant qui gonfle à la distillation, et c'est là le revers de la médaille au point de vue de la distillation à basse température, car le volume qu'il occupe après distillation est parfois triple et quadruple du volume initial.

Le charbon mat est parfois aussi riche en matières volatiles et en hydrogène que le charbon brillant. Il est notablement plus pauvre en azote et un peu plus cendreur. Il est des couches pour lesquelles il donne autant de goudron que le charbon brillant, et d'autres pour lesquelles il n'arrive pas à la moitié. Il ne gonfle guère à la distillation et est susceptible de fondre comme le charbon brillant.

Les principes immédiats contenus dans le complexe colloïdal, qui forme la substance fondamentale de la houille, sont inconnus.

L'école allemande de Fischer et Schröder attribue une importance très grande à la lignine dans la formation de cette substance fondamentale.

On sait que les tissus végétaux sont essentiellement formés de cellules, de fibres et de vaisseaux, dont les parois plus ou moins épaissies sont essentiellement formées de cellulose. Dans les tissus ligneux, la cellulose est incrustée d'une matière dure et cassante à laquelle on a donné le nom de lignine et avec laquelle la cellulose est peut-être combinée à la manière des glucosides. Cellulose et lignine forment environ 95 % des tissus ligneux secs, et la lignine seule forme environ 40 % de la substance de ces tissus à l'état sec.

Il existe plusieurs variétés de lignine, et on n'est pas bien fixé sur sa composition, mais on est d'accord pour lui attribuer la structure aromatique. On l'apparente à la famille des corps gâacologiques, caractérisée par un noyau benzénique portant un hydroxyle OH qui lui donne le caractère phénolique, un méthoxyle OCH₃ et un rameau aliphatique quelconque. Comme exemple de corps ainsi constitué, on peut citer l'alcool conyfénilique ou aglycone, qui joue probablement un rôle dans la formation de la lignine, qui en serait un polymère.

On sait que la chaîne benzénique, formée de six atomes de carbone unis les uns aux autres par une et deux valences alternées, est extrêmement stable et résistante aux actions chimiques. C'est en quelque sorte la forme stable des composés du carbone. Elle a donc toutes chances d'avoir résisté au processus de carbonisation naturelle par putréfaction et macération des végétaux dans l'eau. Cette putréfaction produit ce qu'on appelle les matières humiques dont dérive la houille. On est loin d'être fixé sur les formules chimiques des matières humiques, mais il semble qu'on puisse leur attribuer la structure aromatique, ce qui permet de les rattacher à la lignine, qui en serait le point de départ.

Dans l'hypothèse allemande de Fischer et Schröder, la cellulose aurait disparu sous forme de gaz et de produits solubles.

D'autres savants, anglais et allemands, pensent que les hydrates de carbone, et notamment la cellulose, dont la structure est aliphatique, c'est-à-dire dont les atomes de carbone forment une chaîne ouverte, ont pu subir la cyclisation hexagonale au cours de la putréfaction et de la macération des matières végétales, en formant également des matières à structure aromatique ou partiellement aromatique.

Quoi qu'il en soit, il semble qu'on puisse admettre que les chaînes benzéniques, plus ou moins soudées entre elles, dominant dans les matières humiques et, partant, dans la matière fondamentale de la houille.

Il est bien certain, d'autre part, que les principes immédiats contenus dans le complexe colloïdal n'ont pas exclusivement la structure aromatique, car la distillation à basse température donne à la fois des hydrocarbures aromatiques et des hydrocarbures aliphatiques. Ces derniers, dont les atomes de carbone forment une chaîne ouverte,

n'ont évidemment pas pu se former aux dépens des chaînes fermées benzéniques, très résistantes à la chaleur et que la chaleur tend surtout à condenser par soudure des noyaux. Il doit donc exister dans le complexe colloïdal des composés à chaîne aliphatique existant comme tels ou à l'état de rameaux fixés sur des noyaux aromatiques. Il y a peu de chances, toutefois, que des rameaux de l'espèce aient résisté au processus de la carbonisation naturelle et aux phénomènes d'oxydation et d'hydrolyse qu'elle met en jeu.

On sait que les parties externes ou cuticules des cellules épidermiques des feuilles sont imprégnées ou formées d'un corps apparenté aux corps gras et auquel on a donné le nom de cutine. L'exine ou membrane superficielle des spores est également formée de cutine ou imprégnée de matières grasses. Les écorces, qui jouent un rôle de protection du végétal, sont imprégnées de subérine, qu'on apparente également aux corps gras. Enfin, on sait que tous les végétaux renferment une certaine proportion de matières grasses, d'essences, de cires et de résines, et que la fermentation putride des albumines peut également former des acides gras. C'est probablement à ces matières, plus ou moins évoluées et transformées, que la houille doit la propriété de donner des hydrocarbures aliphatiques par distillation à basse température. On sait, en effet, par les travaux de Maible notamment, que la distillation des matières grasses à basse température produit des hydrocarbures absolument semblables à ceux des pétroles bruts. Avec leurs longues chaînes aliphatiques, les corps gras sont tout indiqués pour la synthèse des pétroles, et en intensifiant la culture des plantes oléagineuses dans les pays tropicaux, ceux-ci pourraient devenir de gros producteurs de pétrole.

En distillant des huiles dans certaines conditions,

comme vérification de ce qui précède, nous avons obtenu des rendements en pétrole allant jusque 75 % comptés sur acides gras. Par fractionnement des pétroles bruts produits, nous avons obtenu les rendements suivants :

De 80 à 200°	24,5 %
200 à 250°	10,70 %
250 à 300°	23,50 %
300 à 360°	27,00 %
Résidus et pertes	14,30 %

En résumé, il semble qu'on puisse considérer la matière fondamentale de la houille comme formée en majeure partie de constituants à chaînes aromatiques à noyaux plus ou moins condensés, et pour une partie moindre de constituants à chaîne aliphatique, ayant comme origine les corps gras, les cires, les résines et les albumines végétales, ces derniers constituants étant, pour la plupart, adsorbés à la masse ou dispersés dans celle-ci.

Vers la fin de l'année sous rapport, nous avons commencé des fractionnements systématiques du complexe colloïdal, qui constitue la matière fondamentale de la houille, en vue d'en faire l'étude et en vue d'en retirer éventuellement des matières utilisables. Il est prématuré de parler des résultats obtenus à ce jour, et qui ne sont pas dépourvus d'intérêt. Cette étude sera continuée en 1929.

VI. — Distillation à basse température.

Comme étude technique sur le charbon, nous avons continué nos travaux sur la distillation à basse température en vue d'obtenir un semi-coke bien aggloméré et, partant, valorisé par rapport au charbon menu mis en œuvre.

Au cours des essais très nombreux qui ont été faits dans nos laboratoires, nous avons constaté qu'on obtenait de

beaux boulets de semi-coke, bien agglomérés et de bonne tenue, en distillant à basse température des boulets obtenus en agglomérant, avec de faibles quantités de brai, du charbon fondu et broyé après refroidissement.

Pour poursuivre nos essais dans cette voie, nous avons réalisé un four permettant la fusion rapide du charbon. Ce four, qui pourrait être amélioré, comme tout appareil d'ailleurs après une première exécution, est à marche continue et fond le charbon en dix à quinze minutes.

Nous avons recherché d'abord s'il était bien nécessaire de laisser refroidir le charbon après fusion, pour l'agglomérer ensuite après broyage, et si l'on ne pouvait pas se contenter de passer directement à la presse le charbon fondu.

Nous avons constaté que le charbon fondu et plastifié qui sort du four se moule et s'agglomère très bien par pression. Seulement, les boulets obtenus ont une tendance irréductible à se fendre en plusieurs fragments pendant le refroidissement qui suit la compression ou pendant la distillation ultérieure. A part cette fragmentation, le semi-coke obtenu est bien aggloméré.

En opérant ainsi sur charbon fondu comprimé, nous considérons comme très difficile de conserver au semi-coke une forme déterminée. Le mieux, si l'on voulait opérer de la sorte, serait de comprimer le charbon fondu en briquettes ou galettes d'environ 5 centimètres d'épaisseur. Ces briquettes, en se fragmentant à la distillation, donneraient des fragments de dimensions de l'ordre 30/50 directement marchands.

Pour conserver au semi-coke une forme déterminée, il faut laisser refroidir quelque peu la masse plastifiée, puis la broyer quand elle a repris l'état solide, l'agglomérer au brai, puis la redistiller. L'agglomération demande 3 à 5 % de brai.

Le charbon fondu et refroidi en dessous de la température de fusion se broie avec la plus grande facilité. Pendant ce broyage, on peut ajouter au charbon fondu 20 % environ de charbon frais, sans modifier la qualité des boulets obtenus.

De l'ensemble de notre étude sur la distillation à basse température, il résulte que, pour obtenir un semi-coke bien aggloméré sous une forme déterminée, on peut opérer de cinq manières :

1° Produire du semi-coke par un procédé quelconque, l'agglomérer au brai sous la forme voulue après broyage et distiller le produit obtenu pour récupérer le brai ;

2° Produire du semi-coke, le broyer en y ajoutant 20 à 30 % de charbons frais, l'agglomérer au brai sous la forme voulue et distiller le produit obtenu pour récupérer le brai et le goudron du charbon ajouté ;

3° Agglomérer au brai sous la forme voulue des mélanges de 20 % de charbons flenus et de 80 % de charbons demi-gras ou maigres et distiller à basse température les agglomérés obtenus ;

4° Fondre les charbons flenus, les broyer après refroidissement à température voulue, agglomérer au brai sous la forme voulue et distiller les agglomérés à basse température ;

5° Fondre les charbons flenus, les broyer après refroidissement en y ajoutant 20 % de charbons frais, agglomérer au brai sous la forme voulue et distiller les agglomérés à basse température.

Si l'on peut se contenter de semi-coke bien aggloméré, mais de dimensions irrégulières analogues à celles des charbons classés, on peut se contenter de passer à la presse le charbon plastifié sortant du four de fusion et de distiller les agglomérés obtenus.

En Belgique, la distillation à basse température ne s'impose pas pour tous nos charbons flenus, et notamment pour ceux dont la teneur en matières volatiles est inférieure à 30 %. Ces flenus sont des houilles grasses dont le pouvoir agglutinant est élevé, et non pas des houilles sèches.

Il serait peut-être aussi intéressant, au point de vue belge, de considérer ces flenus comme charbons à coke.

La Belgique est en partie tributaire de l'étranger pour les charbons à coke. Sur les 6.750.000 tonnes de charbon traitées au four à coke en Belgique en 1926, plus de la moitié provenait de l'étranger. En considérant davantage ses flenus comme charbons à coke, la Belgique trouverait le placement de plus de 3 millions de tonnes de ses charbons, ce qui remédierait à l'état latent de crise de notre industrie charbonnière et rendrait notre pays indépendant de l'étranger au point de vue des carburants à retirer de la distillation à haute température.

Pour passer ces flenus au four à coke, deux solutions, qui ont déjà reçu la sanction de la pratique, peuvent être envisagées.

La première solution consiste à faire des mélanges de charbons flenus avec d'autres charbons. Aux Etats-Unis, on traite couramment au four à coke des mélanges de charbons à 27-28 % de matières volatiles avec 15 à 20 % de charbons à 14-15 % de matières volatiles. Il serait aisé de déterminer par tâtonnements le mélange qui convient le mieux pour une batterie de fours donnée, c'est-à-dire pour la loi de chauffage que réalisent ces fours. D'autre part, nous disposons dans des concessions voisines de toute une gamme de charbons de mélange intéressants, et notamment de charbons qui sont à la limite inférieure de l'aptitude à la cokéfaction.

L'autre solution, qui est celle de la Sarre, consiste à ajouter environ 15 % de semi-coke aux charbons flenus. En Belgique, il ne paraît pas indispensable de recourir à ces additions de semi-coke, car nous disposons de charbons de mélange intéressants.

Enfin, il ne paraît pas impossible d'arriver à faire un coke convenable en passant les flenus à un four de fusion rapide et en les enfournant ensuite dans les fours à coke après broyage et pilonnage.

Une question rentrant dans le cadre de la distillation à basse température et qui mériterait d'être étudiée en Belgique en vue d'arriver à un lavage plus poussé et à une plus grande propreté de nos charbons, est celle de la distillation des schistes de lavoirs.

Il serait intéressant d'étudier à ce point de vue l'appareil qui a été mis au point par la N. T. U. Company pour l'exploitation de ses gisements de schistes bitumineux de Santa-Maria en Californie.

Il consiste en une cornue cylindrique verticale en tôle garnie de briques à l'intérieur et pouvant recevoir une charge de 40 tonnes de schistes. La cornue est terminée à sa partie inférieure par une grille amovible montée sur rails et sous laquelle se trouve une cuve pour la récolte des huiles lourdes. Le schiste est allumé à la partie supérieure de la cornue et un aspirateur oblige les gaz de la combustion et les vapeurs produites à parcourir la cornue de haut en bas en échauffant le schiste et en le faisant distiller.

L'admission d'air au sommet de la cornue est réglée de manière à entretenir une combustion lente qui se propage de haut en bas dans la cornue, et cet air est additionné au besoin de gaz incombustibles pour abaisser la température de la zone de combustion. Les produits de combus-

tion entraînent les huiles produites vers les appareils de condensation, réfrigérants et scrubbers.

Quand l'opération est terminée, ce qui demande vingt-quatre heures, on éloigne la grille, et le schiste brûlé tombe dans un wagon de 40 tonnes qui le conduit au terril.

D'après les données de Petroff (4), on peut estimer le prix de revient par tonne de schiste carbonisé à 16 francs belges environ, en comptant le schiste pour rien. Ce prix de revient comprend les transports, manutention, carbonisation, force motrice et frais généraux d'usine.

A première vue, la valeur des produits obtenus en distillant des schistes et des mixtes de lavoirs dépasserait cette somme, car les schistes de lavoirs sont parfois aussi riches en matières volatiles que le charbon.

L'intérêt du procédé consiste en ce que le schiste fournit lui-même le combustible nécessaire à sa distillation, sans aucun apport de chaleur extérieure. Le chauffage se fait uniquement aux dépens du carbone fixe du schiste.

Pour appliquer ce procédé à la distillation des schistes provenant du lavage des charbons gras, il faudrait se préoccuper d'éviter la fusion pâteuse de ces schistes, qui obstruerait l'appareil. Il semble qu'on pourrait y arriver.

(4) PETROFF, « Sur un nouvel appareil à carboniser les schistes à basse température », *Chimie et Industrie*, sept. 1926.

LÉGENDE GÉNÉRALE

DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE

DE LA BELGIQUE

AVANT-PROPOS

La Carte géologique détaillée du Royaume, bien que se publiant par feuilles séparées, dues à une pléiade de collaborateurs, constitue cependant un ensemble. En conséquence, il est nécessaire de fixer certaines règles qui, malgré la diversité des auteurs et des dates de publication des feuilles, assurent à l'œuvre un véritable caractère d'unité. Parmi ces directives figure la légende générale.

Le Conseil de direction de la Carte géologique à l'échelle du 40.000^e dressée par ordre du Gouvernement, et dont l'édition est aujourd'hui achevée, fut officiellement chargé d'arrêter semblable légende. Il en fournit un premier état en 1892 (1), puis, par introduction de compléments et de corrections, un second en 1896 (2), enfin, par suite d'amendements nouveaux, un troisième en 1900 (3).

Le Service géologique fit, de sa propre initiative, paraître, en 1909, une quatrième édition mise à jour (4).

(1) *Annales Soc. géol. Belgique*, t. XIX, pp. 107-120; *Bull. Soc. belge Géol.*, t. VI, p. v, pp. 217-229; MALAISE, C., *Manuel de Minéralogie*, 3^e édit.

(2) *Bull. Soc. belge Géol.*, t. X, trad. et reprod., pp. 37-59.

(3) *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XIV, trad. et reprod., pp. 19-42.

(4) *Annales Mines Belgique*, t. XIV, p. 1635.