

L'empilage de 55 mm. de largeur avec écartement de 1 mm. (19 joints) et celui de 35 mm. avec écartement de 0,8 mm. (21 joints), suffisants pour arrêter soit une flamme de grisou, soit une flamme de gazoil, arrêtent également les flammes combinées de gazoil et de grisou.

#### CONCLUSION GENERALE.

Les résultats des essais rapportés ci-dessus montrent qu'un empilage de lamelles de 35 mm. de largeur maintenues à un écartement de 0,8 mm. suffit amplement pour arrêter les flammes des combustibles employés habituellement dans les locomotives de mines.

L'efficacité de cet empilage subsiste même en présence des explosions combinées de grisou avec l'un des combustibles benzine, benzol ou gazoil. Il présente cependant une marge de sécurité trop faible pour être utilisé comme dispositif de protection dans les locomotives. En effet, en portant à 1 mm. l'écart entre les lamelles, nous avons obtenu des traversées avec le benzol (voir essais n<sup>os</sup> 80 et 81) et avec le gazoil (voir essais n<sup>os</sup> 111 à 113), alors que l'allumage était provoqué dans le fond opposé à l'empilage.

Nous n'avons pas procédé aux mêmes essais en présence de la benzine, mais il y a tout lieu de croire que nous aurions obtenu également des traversées.

Les empilages identiques à ceux utilisés dans les appareils électriques antidéflagrants, c'est-à-dire constitués de lamelles de 50 mm. de largeur et maintenues à l'écartement de 0,5 mm., conviennent parfaitement pour la protection des locomotives, car ils sont plus efficaces que ceux de 35 mm. de largeur et de 0,8 mm. d'écartement, dont l'aptitude à arrêter les flammes d'explosion a été confirmée par nos essais.

J. FRIPIAT.

*Pâturages, mars 1933.*

## INSTITUT NATIONAL DES MINES A FRAMERIES-PATURAGES

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1932.

ANNEXE III.

### La composition des grisous belges <sup>(1)</sup>

PAR

Louis COPPENS,

Docteur en Sciences.  
Attaché à l'Institut.

Nous consignons dans la présente note, l'ensemble des résultats obtenus au cours d'une étude des grisous belges que nous avons entreprise il y a trois ans. Plus de 80 échantillons prélevés en différents points de nos gisements ont été examinés. Il est donc peu probable que l'analyse de nouveaux échantillons puisse infirmer les conclusions générales qui se dégagent de notre travail; nous croyons celles-ci définitives.

Dans la première partie de cette note, nous indiquons brièvement les méthodes d'analyse employées pour les vingt derniers échantillons; pour plus de détails concernant la partie expérimentale, nous renvoyons à nos notes précédentes annexées aux Rapports sur les travaux de 1930 et 1931. Dans une seconde partie, nous donnons les tableaux résumant dans leur ensemble nos résultats expérimentaux. Dans la troisième partie, on trouvera les conclusions.

(1) Cette importante étude, poursuivie depuis trois ans, est réalisée grâce à l'appui bienveillant du Fonds National de la Recherche Scientifique, auquel nous adressons nos bien vifs remerciements. Ad. Breyre.

## PREMIERE PARTIE. — METHODES D'ANALYSE.

Nous ne ferons qu'indiquer la méthode rapide que nous avons suivie pour l'examen des vingt derniers échantillons de grisou (1).

## A. — Le fractionnement de l'échantillon à basse température.

On trouvera dans le tableau ci-dessous le classement que fait subir aux différents constituants du grisou, le fractionnement à basse température :

Groupe A : (gaz condensés sans tension de vapeurs appréciable à -190°)	Groupe B : (gaz conservant une tension de vapeurs notable à -190°)	
CO <sub>2</sub> et H <sub>2</sub> S les hydrocarbures autres que le méthane. (Xénon)	Groupe B <sub>1</sub> : (gaz du groupe B conservant une tension appréciable sur la silice refroidie à -190°)	Groupe B <sub>2</sub> : (gaz adsorbés sans tension résiduelle sur la silice refroidie à -190°)
	He H <sub>2</sub> Ne	N <sub>2</sub> CO Ar O <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> Kr

La figure 1 donne le schéma de l'appareil que l'on peut employer pour réaliser le fractionnement que nous venons d'indiquer.

Voici le « principe » du mode opératoire : L'appareil étant entièrement sous vide et tous les robinets étant fermés, on plonge le condenseur K dans l'air liquide. L'échantillon de gaz à fractionner (300 à 400 cm<sup>3</sup>), contenu dans le réservoir à mercure R faisant suite au robinet R<sub>1</sub>, est alors admis lentement dans l'appareil; on ferme R<sub>1</sub> dès que le mercure du réservoir R dépasse légèrement la voie du robinet R<sub>1</sub>.

(1) Nous avons indiqué dans nos précédentes notes, le mode opératoire suivi pour l'examen des 66 premiers échantillons. L'analyse d'un échantillon comportait deux fractionnements dont l'un, fait sur deux à trois litres de grisou, permettait de déterminer avec une précision extrême les moindres traces d'hydrogène, d'hélium et de néon. On trouvera tous les détails concernant le mode opératoire dans nos notes annexées aux Rapports sur les travaux de 1930 et 1931.

Quand le manomètre M<sub>1</sub> indique la fin de la condensation, on plonge le condenseur S dans l'air liquide et, ouvrant prudemment le robinet R<sub>3</sub>, on laisse le groupe B s'adsorber partiellement à la silice refroidie.

On ouvre maintenant R<sub>4</sub> et une extraction poussée jusqu'à vide donne le groupe B<sub>1</sub>.

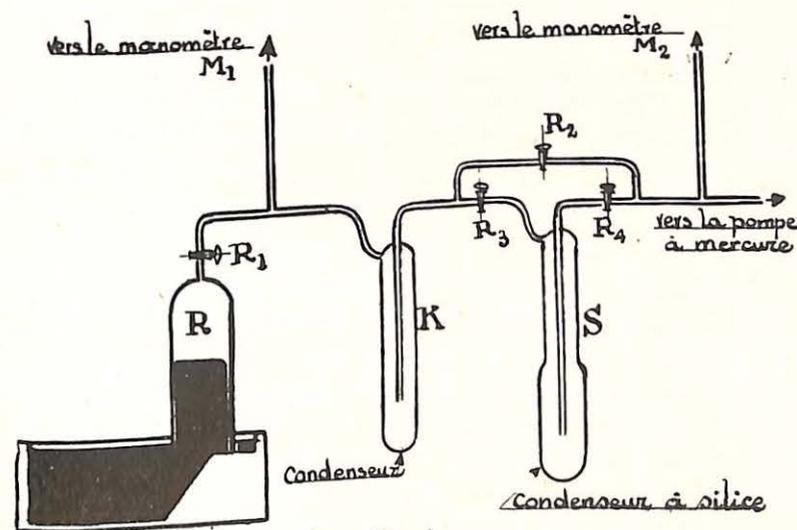


Fig. 1.

Le condenseur K contient en ce moment le groupe A, tandis que le groupe B<sub>2</sub> est adsorbé à la silice. On ferme maintenant R<sub>3</sub> et, laissant revenir la silice à la température ordinaire, on pompera entièrement le groupe B<sub>2</sub>. On isole ensuite le condenseur à silice en fermant R<sub>4</sub> (R<sub>3</sub> est déjà fermé) et, après avoir ouvert R<sub>2</sub>, on enlève l'air liquide sous le condenseur K : on peut ainsi extraire le groupe A.

L'opération que nous venons d'indiquer demande à peine quatre heures. Nous n'indiquons ni les rectifications que chaque fraction devra encore subir, ni les précautions spéciales que demande la réussite d'un fractionnement rigoureusement précis; le lecteur trouvera ces renseignements dans nos notes antérieures.

B. — *L'analyse par les méthodes ordinaires des trois fractions isolées à basse température.*

Chacun des trois groupes est maintenant analysé par les méthodes ordinaires d'absorption et de combustion. Nous donnons ci-dessous la marche à suivre :

#### GROUPE B<sub>1</sub>.

H<sub>2</sub> : déterminé par combustion eudiométrique du groupe B<sub>1</sub> mélangé au volume requis de comburant.

He + Ne : déterminé :

1° par différence :  $V_{He+Ne} = V_{B_1} - V_{H_2}$ .

2° par lecture directe du volume de ces constituants après refractionnement du résidu de la combustion sur la silice refroidie à — 190°; seuls l'hélium et néon ne sont pas fixés par la silice.

#### GROUPE B<sub>2</sub>.

O<sub>2</sub> : déterminé par absorption au pyrogallate de potassium.

CO : déterminé par absorption par le réactif cuivreux au  $\beta$  naphthol. Comme les teneurs en CO sont toujours infimes, si pas nulles, on déterminera le mieux les traces d'oxyde de carbone par la méthode colorimétrique au pentoxyde d'iode; on emploie une partie aliquote du groupe B<sub>2</sub> non débarrassé de l'oxygène (1).

CH<sub>4</sub> : déterminé par combustion au capillaire en platine (2).

N<sub>2</sub> + Kr + Ar : déterminé :

1° par différence :

$$V_{N_2+Kr+Ar} = V_{B_2} - V_{O_2+CO+CH_4}$$

2° par lecture directe du volume des gaz de la combustion débarrassés de l'anhydride carbonique et de l'oxygène en excès.

#### GROUPE A.

CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S : déterminés ensemble par absorption à la potasse caustique; aucun des grisous examinés n'avait la moindre odeur d'hydrogène sulfuré.

(1) Voir le Rapport sur les travaux de 1931, pp. 300-304.

(2) Voir le Rapport sur les travaux de 1931, pp. 202-211.

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> : le résidu de l'absorption de l'anhydride carbonique et de l'acide sulfhydrique est soumis à la combustion eudiométrique; les résultats de celle-ci montrent que ce résidu est toujours de l'éthane.

Xe : ce gaz resterait comme résidu après l'absorption de l'anhydride carbonique et de l'oxygène en excès de la combustion eudiométrique précédente; nous n'en avons jamais observé la moindre trace (1).

#### C. — *Exemple numérique.*

Dans notre note annexée au Rapport sur les travaux de 1931, nous avons donné le détail des chiffres bruts de l'analyse des trente grisous examinés pendant cet exercice (nos 29 à 60). La publication de cette partie purement documentaire avait pour but de prévenir toute objection quant au bien fondé des résultats.

Il nous a semblé inutile de reproduire encore en détail les chiffres bruts de l'analyse des échantillons examinés pendant cette année. Il suffira de donner, à titre d'exemple, les détails d'une analyse choisie au hasard parmi les vingt dernières.

#### DETAILS ANALYTIQUES DU GRISOU N° 68.

Groupe A	4,165 cm <sup>3</sup>
Groupe B <sub>1</sub>	0,05 cm <sup>3</sup>
Groupe B <sub>2</sub>	399,30 cm <sup>3</sup>
Volume total fractionné	403,515 cm <sup>3</sup>
<i>Groupe A.</i>	
Volume	4,165 cm <sup>3</sup>
Après absorption de CO <sub>2</sub> (+H <sub>2</sub> S)	2,703 cm <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> (+H <sub>2</sub> S)	1,462 cm <sup>3</sup>

(1) Il est probable que dans le cas de la présence du xénon, une partie non négligeable de ce gaz serait extraite avec le groupe B<sub>2</sub>.

Les 2,703 cm<sup>3</sup> restant après l'absorption du CO<sup>2</sup>(+H<sup>2</sup>S) sont exempts de non saturés. Voici les détails de la combustion eudiométrique appliquée à cette fraction (1) :

Pris . . . . .	2,703 cm <sup>3</sup>		
Contraction (théorie C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> : 6,758).	6,738 cm <sup>3</sup>	Δ	0,020 cm <sup>3</sup>
CO <sup>2</sup> (théorie C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> : 5,406) . . . . .	5,366 cm <sup>3</sup>	Δ	0,040 cm <sup>3</sup>
O <sup>2</sup> consommé (théor. C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> : 9,461).	9,401 cm <sup>3</sup>	Δ	0,060 cm <sup>3</sup>
	6,738		

Le rapport  $\frac{6,738}{5,366} = 1,256$  au lieu de 1,250 pour l'éthane.

Ces résultats permettent de conclure à la présence exclusive de l'éthane.

Composition du groupe A :

CO <sup>2</sup> (+H <sup>2</sup> S) . . . . .	1,462 cm <sup>3</sup>
C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> . . . . .	2,703 cm <sup>3</sup>
	<hr/>
	4,165 cm <sup>3</sup>

Groupe B<sub>1</sub>.

Volume . . . . . 0,05 cm<sup>3</sup>  
Etant donné le faible volume, nous n'avons pas analysé cette fraction.

Groupe B<sub>2</sub>.

Volume . . . . . 399,30 cm<sup>3</sup>

I. — Détermination de l'oxygène :

Pris . . . . .	79,84 cm <sup>3</sup>
Après absorption de O <sup>2</sup> . . . . .	79,74 cm <sup>3</sup>
	<hr/>
Différence . . . . .	0,10 cm <sup>3</sup>
Pour 399,30 cm <sup>3</sup> , O <sup>2</sup> . . . . .	0,50 cm <sup>3</sup>

II. — Combustion au capillaire en platine du groupe B<sub>2</sub> débarrassé de l'oxygène :

Pris . . . . .	79,74 cm <sup>3</sup>
Contraction observée . . . . .	157,22 cm <sup>3</sup>
CO <sup>2</sup> observé . . . . .	77,81 cm <sup>3</sup>

(1) Nous avons isolé par distillation des gaz résiduels le CO<sup>2</sup> provenant de la combustion.

CH <sup>4</sup> = $\frac{157,22}{2,007}$ = . . . . .	78,32 cm <sup>3</sup>
CH <sup>4</sup> = $\frac{77,81}{0,9951}$ = . . . . .	78,19 cm <sup>3</sup>
Différence . . . . .	0,13 cm <sup>3</sup>
Moyenne . . . . .	78,26 cm <sup>3</sup>

Composition du groupe B<sub>2</sub> :

O <sub>2</sub> . . . . .	0,50 cm <sup>3</sup>
CH <sup>4</sup> = $\frac{78,26 \times (399,30 - 0,50)}{79,74}$ = . . . . .	391,40 cm <sup>3</sup>
N <sup>2</sup> + Kr + Ar = 399,30 — 0,50 — 391,40 =	7,40 cm <sup>3</sup>
	<hr/>
	399,30 cm <sup>3</sup>

Nous aurons donc la composition suivante :

O <sup>2</sup> . . . . .	0,50 cm <sup>3</sup>	0,12 %
He + Ne + H <sup>2</sup> . . . . .	0,05 cm <sup>3</sup>	0,012 %
N <sup>2</sup> + Kr + Ar . . . . .	7,40 cm <sup>3</sup>	1,83 %
CH <sup>4</sup> . . . . .	391,40 cm <sup>3</sup>	97,00 %
C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> . . . . .	2,703 cm <sup>3</sup>	0,670 %
CO <sup>2</sup> (+H <sup>2</sup> S) . . . . .	1,462 cm <sup>3</sup>	0,362 %
	<hr/>	<hr/>
	403,515 cm <sup>3</sup>	99,994 %

En déduisant l'air, on obtient finalement :

He + Ne + H <sup>2</sup> . . . . .	0,012 %
N <sup>2</sup> + Kr + Ar . . . . .	1,39 %
CH <sup>4</sup> . . . . .	97,56 %
C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> . . . . .	0,674 %
CO <sup>2</sup> (+H <sup>2</sup> S) . . . . .	0,364 %

Remarque. — Le CO est absent (moins de 0,01 %) ; détermination faite par la méthode colorimétrique au pentoxyde d'iode (1).

(1) Nous avons utilisé les tubes au pentoxyde préparés par la Station française du Comité des Houillères de Montluçon.

## SECONDE PARTIE : RESULTATS EXPERIMENTAUX.

Pour rappeler l'étude dans son ensemble, nous résumons, dans les tableaux des pages suivantes, les résultats de toutes nos analyses.

*Remarques.*

Le  $\text{CH}_4$  et indirectement le groupe ( $\text{N}_2 + \text{Kr} + \text{Ar}$ ) des grisous portant les n<sup>os</sup> 7 à 32 ont été déterminés par combustion eudiométrique. Il y a lieu d'admettre pour ces déterminations, la tolérance que nous avons indiquée à la page 193 du Rapport de 1931. Ainsi, pour les n<sup>os</sup> 23, 24, 25, la déduction de l'air est rendue impossible par suite de l'accumulation de petites inexactitudes dans les déterminations de l'oxygène, du méthane et par conséquent de l'azote.

L'analyse des grisous n<sup>os</sup> 34 et 35 a été faite par fractionnement à  $-214^\circ$  environ (voir pp. 195 à 202 du Rapport de 1931). D'après ce mode de fractionnement, les résultats renseignés pour le  $\text{CH}_4$  comprennent aussi les traces éventuelles de Kr.

En ce qui concerne l'analyse des n<sup>os</sup> 36 à 64, on trouvera les renseignements concernant le mode opératoire aux pages 202 à 210 du Rapport de 1931.

Les n<sup>os</sup> 67 et suivants ont été fractionnés et analysés comme nous l'avons indiqué dans la première partie de cette note.

Dans certains cas, l'absence complète de l'hydrogène n'a pu être vérifiée par suite du faible volume du groupe B<sub>1</sub>. Pour ces analyses, la colonne renseignant les résultats du groupe He + Ne comprend donc aussi les teneurs éventuelles, très minimes, de l'hydrogène.

Dans quelques analyses, la combustion des hydrocarbures autres que le méthane n'a pas été faite. Il aurait donc fallu les renseigner dans une colonne spéciale portant la dénomination  $\text{C}_x\text{H}_y$  (hydrocarbures), ainsi que nous l'avons fait dans nos notes précédentes. Nous n'avons plus maintenu cette distinction en raison du très grand nombre de vérifications par combustion qui ont toutes mis en évidence l'absence complète d'autres hydrocarbures que le méthane et l'éthane (1).

(1) Les n<sup>os</sup> 59 et 61 avaient une odeur caractéristique, le premier de pétrole, le second d'essence de pétrole. D'une enquête demandée aux charbonnages intéressés, il résulte qu'après un premier essai infructueux de prélèvement, l'eau distillée des bouteilles avait été changée par de l'eau transportée au fond dans des bidons ayant contenu, l'un du pétrole, l'autre de l'essence.

Dans le n<sup>o</sup> 59, nous n'avons pu mettre en évidence la moindre trace d'hydrocarbures en dehors du méthane et de l'éthane (Rapport de 1931, p. 288). Par contre, dans le fractionnement du n<sup>o</sup> 61, nous avons pu isoler les traces de vapeurs introduites accidentellement. Nous les avons renseignées dans la colonne de l'éthane sous la dénomination  $\text{C}_x\text{H}_y$  (voir pour les détails analytiques, le Rapport de 1932 adressé au Fonds National de la Recherche Scientifique).

## Compositions centésimales

de

## divers grisous belges

---

No d'analyse	INDICATIONS D'ORIGINE
9 et 10	Grisou de la station. — Ce grisou est pompé dans un ensemble d'anciens travaux au siège « Grand Trait » des Charbonnages Belges, à Frameries. L'échantillon examiné provient d'une bonbonne qui a été remplie le 5-7-29. Analyse faite le 21-5-30 . . . . .
11	Même grisou comprimé en bonbonne en juin 1930. Analyse faite le 7-8-30.
12	Grisou prélevé dans la couche « Petite Garde », à 300 m., au siège de « Grisœul » des Charbonnages Belges, à Frameries (août 1930). Le prélèvement a été fait 24 heures après le forage du trou de sondage . . . . .
13	Grisou prélevé dans la veine 3-Sud à l'étage de 950 m., au siège « Grand Trait » des Charbonnages Belges, à Frameries (28-8-30) . . . . .
14	Grisou prélevé dans une couche non encore identifiée, à 950 m., au siège « Grand Trait » des Charbonnages Belges, à Frameries (29-8-30) . . . . .
15	Grisou prélevé dans la veine 4-Levant, au niveau de 950 m., au siège « Grand Trait » des Charbonnages Belges, à Frameries (30-8-30) . . . . .
16	Grisou prélevé dans la couche « Bouleau » sous faille, à 837 m., au puits n° 7 des Charbonnages d'Hornu et Wasmes (3-9-30) . . . . .
17	Grisou prélevé dans la couche « St-Edouard », à 1150 m., au siège de « Grisœul » des Charbonnages Belges, à Frameries (4-9-30) . . . . .
18	Idem dans une autre taille. — Cette taille a communiqué, deux mois après ce prélèvement, avec d'anciens travaux (4-9-30) . . . . .
39	Grisou prélevé dans la couche « Bibée », à 837 m., au puits n° 7 des Charbonnages d'Hornu et Wasmes (2-6-31) . . . . .
51	Grisous prélevés dans la 19 <sup>e</sup> couche du faisceau de Ghlin, au siège Nord du Rieu-du-Cœur, à Quaregnon (S. A. des Produits à Flénu) (17-11-31). A l'étage de 925 m., sous la faille Transport. — Remarque : Le grisou était sous assez forte pression dans le flacon de prélèvement . . . . .
52	Grisous prélevés à un soufflard qui s'est déclaré dans la nuit du 12 au 13-11-32, à la suite d'un sondage pratiqué à front du bouveau Sud, à l'étage de 133 m. et à 1100 m. à l'est du puits (trou de sonde de 0 <sup>m</sup> ,60 de longueur pratiqué dans un banc de grès). A l'étage de 715 m., au-dessus de la faille Transport. — Remarque : Le grisou était sous assez forte pression dans le flacon de prélèvement . . . . .
74	Echantillon prélevé le 17-11-32 (pression du sondage inconnue) . . . . .
75	Echantillon prélevé le 22-11-32 (pression du sondage inconnue) . . . . .
77	Echantillon prélevé le 6-12-32 (pression statique du sondage 65 cm. d'eau environ). Siège n° 7 (Crachet-Picquery) des Charbonnages Belges, à Frameries.
78	Echantillon prélevé le 10-12-32 (pression statique du sondage 120 cm. d'eau environ).
79	Echantillon prélevé le 20-1-33 (pression statique du sondage supérieure à 120 cm. d'eau) . . . . .

COMPOSITIONS AIR NON DÉDUIT							COMPOSITIONS AIR DÉDUIT					
O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>
0,65	20,85	76,00	0,13	2,35	n.d.	—	18,99	78,46	0,13	2,43	n.d.	—
5,29	44,86	45,78	0,04	4,16	0,0052 0,0054	0,0032 0,0034	33,20	61,18	0,05	5,56	0,0069	0,0043
2,70	10,74	85,76	0,013	0,77	0,0212	—	0,60	98,48	0,015	0,88	0,0244	—
traces	—	97,55	1,69	0,73	0,0413	—	—	97,55	1,69	0,75	0,0413	—
traces	0,87	97,34	1,09	0,70	0,0208	—	0,87	97,34	1,09	0,70	0,0208	—
0,15	1,59	96,42	1,09	0,76	0,0129	—	1,03	97,09	1,10	0,77	0,0130	—
0,90	6,65	91,94	0,02	0,49	0,0693	—	3,39	96,01	0,02	0,51	0,0724	—
traces	1,73	95,31	1,57	1,40	0,0169	—	1,73	95,31	1,57	1,40	0,0169	—
15,64	61,69	21,83	0,40	0,44	0,0038	—	9,93	86,73	1,59	1,75	0,0150	—
4,66	19,30	75,18	0,023	0,837	0,0017	—	2,14	96,75	0,030	1,077	0,0022	—
0,07	1,11	96,51	0,024	2,248	0,0347	—	0,84	96,84	0,024	2,256	0,0348	—
0,08	3,91	92,56	0,021	3,362	0,0735	—	3,62	92,91	0,021	3,375	0,0738	—
0,13	1,92	97,76	0,013	0,177	0,0034	n.d.	1,44	98,37	0,013	0,178	0,0034	n.d.
0,16	1,98	97,65	0,013	0,188	0,0035	n.d.	1,38	98,41	0,013	0,190	0,0035	n.d.
0,08	2,16	97,54	0,012	0,200	0,0044	n.d.	1,87	97,91	0,012	0,201	0,0044	n.d.
0,07	2,25	97,46	0,011	0,212	0,0066	n.d.	1,99	97,79	0,011	0,213	0,0066	n.d.
0,07	2,50	97,22	0,015	0,187	0,0089	n.d.	2,24	97,55	0,015	0,188	0,0089	n.d.

## CENTRE

N <sup>o</sup> d'analyse	INDICATIONS D'ORIGINE	
19	Grisou prélevé dans la veine « 10 Paumes », à l'étage de 760 m., au siège n <sup>o</sup> 4 des Charbonnages de Fontaine-l'Evêque (16-10-30). — L'identification de cette veine n'est pas encore certaine . . . . .	
28	Air grisouteux prélevé dans le pilier du chantier de veine « Saint-Jean, » droit à l'étage de 670 m., au siège « Sainte-Aldegonde » des Charbonnages de Ressaix-Leval-Péronnes-Ste-Aldegonde et Genck (28-2-31) . . . . .	
36	Grisou prélevé dans la couche « Saint-Jean », droit à 670 m., au siège « Ste-Aldegonde » des Charbonnages de Ressaix-Leval-Péronnes-Ste-Aldegonde et Genck (21-5-31). — Débit du sondage : 390 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .	
37	Grisou prélevé dans la veine « A », à 377 m., au même siège (21-5-31). — Débit du sondage : 270 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .	
38	Grisou prélevé dans la veine « Antoinette », à 670 m., au même siège (21-5-31) . . . . .	
80	Charbonnages de Ressaix, Péronnes, Ste-Aldegonde et Genck.	
81		Grisou prélevé au puits Ste-Elisabeth, dans la couche « Grand St-Ursmer » (2 <sup>e</sup> plateau-midi), à 320 m. (19-11-32). — Débit du sondage : 883 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .
82		Grisou prélevé au puits Ste-Elisabeth, dans la veine n <sup>o</sup> 5 (faux plat), à 320 m. (19-11-32). — Débit du sondage : 214 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .
83		Grisou prélevé au puits de Leval-Courte, dans la couche « Léon » (St-Nicolas), à 315 m. 9-12-32). — Débit du sondage : 360 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .
		Grisou prélevé au puits Ste-Marguerite, dans la veine n <sup>o</sup> 2 plat, à 835 m. (27-12-32). — Débit du sondage : 208 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .

## CHARLEROI

7	Air grisouteux prélevé à l'étage de 589 m., au siège n <sup>o</sup> 3 des Charbonnages du Carabinier, dans un bouveau de chassage levant qui venait de recouper la veine « Ahurie » au contact de la faille du Carabinier (14-5-30) . . . . .
8	Idem.
43	Grisou prélevé dans la couche « Léopold », à 1023 m., au puits « Cerisier » des Charbonnages de Marcinelle-Nord (9-6-31) . . . . .
46	Grisou prélevé dans la couche « Léopold », en plat, à 1540 m., au sud du puits n <sup>o</sup> 1, au Charbonnage du Boubier (Châtelet), dans le bouveau midi de l'étage de 800 m. (9-6-31) . . . . .
53	Grisou prélevé dans la couche « 10 Paumes » (veine A), à l'étage de 1321 m., au puits n <sup>o</sup> 19 des Charbonnages de Monceau-Fontaine (21-11-31). . . . .
54	Grisou prélevé dans la couche « Pistole », sous le niveau 835 m., au Charbonnage du Bois du Cazier, à Marcinelle (26-11-31). — Débit du sondage : 237 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .
55	Grisou prélevé dans les remblais du chantier ouvert au levant, dans la couche « 10 Paumes », à l'étage de 983 m. du siège n <sup>o</sup> 12 de la section de Marcinelle-Nord des Charbonnages de Monceau-Fontaine (12-31) . . . . .

COMPOSITIONS AIR NON DÉDUIT							COMPOSITIONS AIR DÉDUIT					
O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>
—	0,32	97,20	1,96	0,38	0,0257	0,133	0,32	97,20	1,96	0,38	0,0257	0,133
18,81	73,63	7,30	0,022	0,24	n. d.	n. d.	24,39	72,98	0,22	2,40	n. d.	n. d.
0,30	1,25	97,55	0,056	0,844	0,0007	—	0,11	98,98	0,057	0,856	0,0007	—
0,14	0,65	98,94	0,016	0,257	0,0039	—	0,12	99,60	0,016	0,259	0,0039	—
0,52	2,36	96,37	0,122	0,636	0,0022	—	0,40	98,82	0,125	0,652	0,0023	—
0,14	1,86	96,92	0,011	1,041	0,0298	—	1,34	97,57	0,011	1,048	0,0300	—
2,06	10,31	85,66	0,007	1,933	0,0331	—	2,78	95,03	0,008	2,144	0,0366	—
0,04	0,99	98,57	0,013	0,393	0,0046	n. d.	0,84	98,75	0,013	0,394	0,0046	n. d.
7,90	46,83	44,91	0,033	0,330	—	—	27,22	72,20	0,053	0,531	—	—
9,23	36,57	53,85	0,03	0,31	n. d.	—	2,94	96,45	0,05	0,56	n. d.	—
8,21	32,51	59,11	0,03	0,17	n. d.	—	2,37	97,30	0,05	0,28	n. d.	—
2,82	15,97	80,63	0,516	0,065	0,0022	—	6,13	93,20	0,597	0,075	0,0025	—
0,12	3,81	95,47	0,216	0,386	0,0812	—	3,38	95,94	0,217	0,388	0,0816	—
0,16	1,42	96,62	0,086	1,692	0,0222	—	0,82	97,37	0,087	1,705	0,0224	—
0,17	2,19	94,67	2,763	0,210	0,0008	n. d.	1,56	95,44	2,785	0,212	0,0008	n. d.
16,62	70,44	12,53	0,085	0,332	0,0042	—	36,80	61,15	0,42	1,62	0,021	—

CHARLEROI

N<sup>o</sup>  
d'analyse

INDICATIONS D'ORIGINE

56	Grisou prélevé dans une plateure de la veine A, à l'étage de 1090 m. du puits Espinoy du Charbonnage de Forte-Taille (12-31)	
63	Grisou prélevé dans la couche « 8 Paumes » du gisement supérieur de Marcinelle-Nord, au Charbonnage de Monceau-Fontaine (Division de Marcinelle). — Débit du sondage : 223 cm <sup>3</sup> par minutes. (6-2-32)	
64	Grisou prélevé au Charbonnage de Forte-Taille, à Montigny-le-Tilleul, à 2014 m. au midi du puits Espinoy, dans le bouveau de l'étage de 850 m., à travers un sondage de 4 m. pratiqué dans un grès non identifié	
67	Echantillon prélevé dans le sillon supérieure de « 5 Paumes » (2 <sup>e</sup> plat). Levant à l'étage de 850 m. et au Sud du puits. — Débit du sondage : 540 cm <sup>3</sup> par minute (14-5-32).	Les 2 sillons de « 5 Paumes » sont séparés de 80 à 120 cm.
68	Echantillon prélevé au même endroit, dans le sillon inférieur de « 5 Paumes ». — Débit du sondage : 355 cm <sup>3</sup> par minute (14-5-32).	La couche « 4 Paumes » se trouve à 6-7 m. dans le toit de « 5 Paumes ».
70	Echantillon prélevé dans la veine « 4 Paumes », à l'étage de 850 m. au Nord du puits. — Débit du sondage : 168 cm <sup>3</sup> par minute (6-32).	
71	Echantillon prélevé dans le sillon supérieur de « 5 Paumes », à l'étage de 850 m. et au Nord du puits. — Débit du sondage : 224 cm <sup>3</sup> par minute (6-32).	Les 2 couches sont réunies par suite du rapprochement de IV Paumes.
72	Echantillon prélevé au même endroit dans le sillon inférieur de « 5 Paumes ». — Débit du sondage : 121 cm <sup>3</sup> par minute (6-32).	
84	Grisou prélevé dans la veine n <sup>o</sup> 1, à 619 m. (18-12-32). — Débit du sondage : 338 cm <sup>3</sup> par minute	
85	Grisou prélevé dans la couche « Pistole », à 835 m., au Charbonnage du Bois du Cazier, à Marcinelle (9-1-33). — Débit du sondage : 757 cm <sup>3</sup> par minute. (A comparer avec le n <sup>o</sup> 54.)	
86	Grisou prélevé au même siège, dans la couche « 11 Paumes » (1 <sup>re</sup> taille Couchant), à 975 m. (9-1-33). — Débit du sondage : 256 cm <sup>3</sup> par minute.	

Grisous prélevés au siège n<sup>o</sup> 4 « Fiestaux » des Charbonnages de Monceau-Fontaine. (Division de Marcinelle).

LIEGE

26	Grisou prélevé dans la couche « Chêne », plat à 715 m., aux Charbonnages des Six-Bonniers, à Seraing (6-2-31)	
27	Grisou prélevé dans la couche « Diamant », à 875 m., aux Charbonnages des Six-Bonniers, à Seraing (6-2-31)	
34	Grisou prélevé dans la couche « Grand Joli Chêne », droit au niveau de 572 m., au siège Vieille-Marihaye, de la S.oc. An. d'Ougrée-Marihaye (26-4-31). Le chantier était exploité entre les niveaux 512 et 572 m. Les parties au dessus de 512 m. et au dessous de 572 m. étaient vierges. — Débit du sondage : 750 cm <sup>3</sup> par minute	

COMPOSITIONS AIR NON DÉDUIT

COMPOSITIONS AIR DÉDUIT

O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>
0,06	0,55	97,80	0,979	0,464	0,0706	0,0729	0,32	98,09	0,982	0,465	0,0708	0,0731
0,17	1,03	98,04	0,501	0,258	0,0011	n. d.	0,39	98,84	0,505	0,260	0,0011	n. d.
0,16	2,08	97,24	0,021	0,166	0,3276	—	1,48	98,00	0,021	0,167	0,3302	—
0,05	1,50	97,83	0,246	0,349	0,027	—	1,31	98,66	0,247	0,350	0,027	—
0,12	1,83	97,00	0,670	0,362	0,012	n. d.	1,39	97,56	0,674	0,364	0,012	n. d.
0,09	1,17	97,24	0,974	0,439	0,0338	0,6523	0,83	97,66	0,978	0,441	0,0340	0,0515
10,73	48,20	40,36	0,475	0,186	0,0155	0,0308	15,60	82,95	0,976	0,382	0,0319	0,0633
9,09	44,22	45,28	0,593	0,809	0,0038	n. d.	17,38	80,13	1,049	1,432	0,0067	n. d.
0,09	0,84	97,93	0,929	0,198	0,0100	n. d.	0,50	98,36	0,933	0,198	0,0100	n. d.
0,31	1,15	96,40	1,813	0,311	0,006	n. d.	—	97,84	1,840	0,316	0,006	n. d.
0,27	1,05	97,62	0,763	0,254	0,025	0,018	0,03	98,90	0,773	0,257	0,025	0,019
—	1,19	96,64	1,87	0,30	0,005	0,0020	1,19	96,64	1,87	0,30	0,005	0,0020
0,20	1,44	97,23	0,54	0,59	0,0441	0,0058	0,69	98,12	0,55	0,60	0,0445	0,0059
0,03	(N <sub>2</sub> + Ar) 0,67	(CH <sub>4</sub> + Kr) 97,16	1,626	0,174	0,1257	0,2344	(N <sub>2</sub> + Ar) 0,56	(CH <sub>4</sub> + Kr) 97,28	1,628	0,174	0,1259	0,2347

No d'analyse	INDICATIONS D'ORIGINE
35	Grisou prélevé dans la couche « Désirée », n° 1, au niveau de 742 m., au siège « Flémalle » de la Soc. An. d'Ougrée-Marihaye (11-5-31). — Débit du sondage : 1026 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .
30	le forage. — Débit du sondage : Echantillon prélevé immédiatement après 2568 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .
31	
32	
29	Idem dans une autre taille (18-3-31). — Débit du sondage : 3660 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .
23	Echantillon prélevé immédiatement après le forage. — Débit du sondage : 412 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .
24	
25	
47	Grisou prélevé dans la couche « Violette » (deuxième plateure N.-W.), à 540 m., au siège de Romsée de la S. A. des Charbonnages de Wérister (9-6-31). — Débit du sondage : 2100 cm <sup>3</sup> par heure . . . . .
48	Grisou prélevé dans la couche « Grande Delsemme » (fond de bassin, 1er dressant nord), à 650 m., au siège de Romsée de la S. A. des Charbonnages de Wérister (9-6-31). — Débit du sondage : 4700 cm <sup>3</sup> par heure . . . . .
57	Grisou prélevé dans la couche « Joyeuse » (pli 8) à 248 m., au siège Bois d'Avroy 18-12-31) . . . . .
58	
59	
60	Grisou prélevé dans la couche « Dure- Veine » (pli 8), à 602 m., au siège Grand-Bac (19-12-31) . . . . .
61	Grisou prélevé dans la couche « Grande- Veine », à 602 m., au siège Grand- Bac (19-12-31) . . . . .
62	Grisou prélevé dans la couche « Pérée », à l'étage de 865 m., au siège St-Gilles des Charbonnages de Gosson-La Haye et Horloz réunis. — Débit du sondage : 83 cm <sup>3</sup> par minute (8-1-32) . . . . .
	Grisou prélevé au même siège, dans la couche « Sauvenière », à l'étage de 865 m. — Débit du sondage : 255 cm <sup>3</sup> par minute (9-1-32) . . . . .

COMPOSITIONS AIR NON DÉDUIT							COMPOSITIONS AIR DÉDUIT					
O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>
0,08	(N <sub>2</sub> + Ar) 1,51	(CH <sub>4</sub> + Kr) 97,23	0,312	0,528	0,1707	0,1827	(N <sub>2</sub> + Ar) 1,22	(CH <sub>4</sub> + Kr) 97,59	0,313	0,530	0,1713	0,1834
—	0,62	98,65	0,101	0,486	0,1449	—	0,62	98,65	0,101	0,486	0,1449	—
—	0,20	99,10	0,113	0,534	0,0572	—	0,20	99,10	0,113	0,534	0,0572	—
—	0,40	98,87	0,120	0,568	0,0505	—	0,40	98,87	0,120	0,568	0,0505	—
—	0,55	98,80	0,104	0,469	0,0843	—	0,55	98,80	0,104	0,469	0,0843	—
0,30	0,42	98,71	0,19	0,38	0,0354	—	—	—	—	—	—	—
0,18	0,57	98,73	0,20	0,33	0,0251	—	—	—	—	—	—	—
0,33	0,52	98,53	0,21	0,41	0,0228	—	—	—	—	—	—	—
0,19	1,90	97,57	0,081	0,178	0,0661	0,0217	1,19	98,46	0,082	0,180	0,0667	0,0219
0,15	4,19	95,33	0,291	0,034	0,0136	—	3,65	96,01	0,293	0,034	0,0137	—
18,11	72,08	9,68	0,004	0,123	0,0011	n. d.	26,52	72,52	0,030	0,922	0,6082	n. d.
5,46	55,10	39,42	0,013	0,010	0,0016	n. d.	46,61	53,35	0,018	0,014	0,0022	n. d.
0,17	1,62	97,39	0,135	0,684	0,0025	—	0,99	98,18	0,136	0,690	0,0025	—
5,81	64,62	28,98	0,041	0,543	0,0029	—	59,05	40,14	0,057	0,752	0,0040	—
0,60	3,12	94,79	0,082	1,290	0,082	0,011	0,87	97,54	0,084	1,327	0,084	0,011
0,83	5,20	92,52	0,082 0,095	1,262	0,0823	0,0196	2,15	96,34	0,099	1,314	0,0857	0,020

(\*) Voir note 1 de la page 152.

LIMBOURG

No  
d'analyse

INDICATIONS D'ORIGINE

- |    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 40 | Grisous prélevés à un même sondage pratiqué au puits de la « Reine » des Charbonnages de Limbourg-Meuse, dans la couche n° 9, à front du chassage-Levant partant du 1er bouveau-sud, à 700 m., à 25 m. du dit bouveau (4-6-31).   | Echantillon prélevé immédiatement après le forage.—Débit du sondage : 317 cm <sup>3</sup> par minute . . . . . |  |
| 41 |   |  | Echantillon prélevé 6 heures après le forage. — Débit du sondage : 300 cm <sup>3</sup> par minute . . . . .  |
| 42 |   |  | Echantillon prélevé 12 heures après le forage. — Débit du sondage : 216 cm <sup>3</sup> par minute . . . . . |
| 45 | Grisou prélevé dans la couche n° 70, à l'étage de 789 m., au puits n° 2 des Charbonnages de Beeringen. — Le prélèvement a été fait 12 heures après le forage du sondage : le débit de celui-ci était à ce moment de 430 cm <sup>3</sup> par minute (6-31) . . . . .   |  |  |
| 49 | Grisous prélevés aux Charbonnages d'André Dumont, à Waterschei. Les prélèvements ont été faits à un sondage vertical (150 m/m de diamètre) amorcé à 1500 m. à l'est des puits, à partir du niveau de 700 m. Lorsque la sonde atteignit 790 m., le sondage donna lieu à une forte venue d'eau avec bulles abondantes de grisou. — C'est ce grisou qui a été prélevé (2-7-31) . . . . . |  |  |
| 50 |   |  |  |
| 69 | Grisou prélevé dans la couche 70 au Charbonnage de Beeringen. Le prélèvement a été fait dans une voie en veine abandonnée depuis deux mois. — Débit du sondage : insignifiant (5-32) . . . . .  |  |  |

COMPOSITIONS AIR NON DÉDUIT

COMPOSITIONS AIR DÉDUIT

O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + Ar+ Kr	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> (+ H <sub>2</sub> S)	He+ Ne	H <sub>2</sub>
0,35	4,10	93,99	0,073	1,492	0,0071	—	2,83	95,58	0,074	1,517	0,0072	—
0,17	3,68	94,69	0,062	1,395	0,0074	—	3,07	95,46	0,063	1,407	0,0075	—
0,17	4,59	94,02	0,057	1,163	0,0099	—	3,98	94,78	0,058	1,173	0,0100	—
12,01	78,86	8,83	0,011	0,293	—	—	78,53	20,76	0,026	0,689	—	—
—	3,13	95,03	0,034	1,669	0,1403	—	3,13	95,03	0,034	1,669	0,1403	—
—	2,78	95,40	0,034	1,646	0,1385	—	2,78	95,40	0,034	1,646	0,1385	—
13,25	56,19	29,79	0,017	0,750	0,0024	n. d.	16,50	81,39	0,047	2,049	0,007	n. d.

## TROISIEME PARTIE : CONCLUSIONS (1).

Nous examinerons successivement :

- 1°) l'importance de chaque constituant de nos grisous;
- 2°) la conclusion au point de vue du danger d'inflammation;
- 3°) les relations entre la composition et les modes de dégagement;
- 4°) l'origine des grisous actuels.

## § 1. — Importance de chaque constituant.

Nous donnons dans le tableau ci-dessous les valeurs moyennes et extrêmes du pourcentage de chacun des constituants des grisous examinés. Dans le calcul de ces chiffres, nous n'avons tenu compte que des échantillons présentant toutes les garanties au point de vue du prélèvement (2).

(1) Voir à ce sujet le Rapport sur les travaux de 1930, pp. 192 à 221, et celui de 1931, pp. 294 à 298. D'autre part, nous remercions vivement M. A. Renier, Chef du Service Géologique de Belgique, des conseils qu'il a bien voulu nous donner pour la rédaction de ce chapitre.

(2) Nous avons ainsi négligé les nos 7, 8, 9, 10, 11 et 28 qui correspondent à des échantillons d'air grisouteux.

Nous n'avons pas tenu compte non plus des grisous de sondage portant les nos 18, 45, 55, 57, 60, 69, 71, 72 et 83. Ces grisous, qui ont des teneurs appréciables en O<sub>2</sub>, ont dû être prélevés par aspiration. Il arrive alors fréquemment que l'on aspire de l'air à travers le sondage par suite du manque d'étanchéité du bouchon de fermeture du sondage et de la présence de cassures dans le charbon. Or, l'air circulant sur le charbon frais du sondage voit sa composition changer radicalement; l'oxygène est adsorbé par la houille dans des proportions plus notables que l'azote et une partie de l'oxygène adsorbé est ensuite fixé chimiquement. Si après l'analyse de l'échantillon, on fait la déduction de l'air introduit en se basant sur le pour cent d'oxygène trouvé et en attribuant à l'air introduit sa composition normale, il est évident que les résultats ne correspondront en aucune façon à la composition réelle du grisou : la teneur en azote sera exaltée, tandis que celle des autres constituants seront diminuées en conséquence. L'analyse du grisou n° 45 illustre d'une façon frappante cette manière de voir.

Nous avons supprimé en outre les nos 23, 24 et 25 pour lesquels la déduction de l'air est rendue impossible par suite de l'accumulation de petites erreurs commises dans la détermination de l'azote (combustion eudiométrique) et de l'oxygène.

## Teneurs moyennes et extrêmes de 52 grisous.

	(en %)					
	CH <sup>4</sup> (+Ar+Kr)	N <sup>2</sup>	CO <sup>2</sup>	H <sup>2</sup>	He+Ne	C <sup>2</sup> H <sup>6</sup>
Teneur minimum .	92,9	0,0	0,03	0,000	0,001	0,02
Teneur maximum .	99,6	6,1	3,38	0,235	0,330	2,79
Teneur moyenne .	97,3	1,5	0,74	0,015	0,044	0,47

Le méthane est indiscutablement le constituant prépondérant des grisous belges actuels. Il n'est pourtant pas impossible qu'au cours de l'histoire des houilles, il y ait eu des périodes pendant lesquelles le taux, actuellement très faible, de l'acide carbonique ait été plus important et même prépondérant (1).

L'azote semble être lui aussi un constituant normal, encore que les teneurs enregistrées pour l'azote englobent celles en argon et krypton.

Dans quelques grisous, nous avons relevé des traces, très faibles d'ailleurs, d'oxyde de carbone (2).

L'hydrogène ne se rencontre que dans très peu de cas et les

(1) Il est probable que des volumes importants d'acide carbonique et même d'hydrogène sulfuré ont été libérés au cours de la fossilisation. On peut se demander comment ces gaz, à faible vitesse de diffusion et facilement adsorbés par la houille, ont pu disparaître. On peut incriminer les matières minérales carbonatées et sulfurées trouvées dans les couches et terrains voisins. Les eaux souterraines ont peut-être servi d'agent de transport à ces gaz acides à coefficient de solubilité élevé.

Faisons remarquer que certains gaz de mine français sont formés principalement d'anhydride carbonique que beaucoup croient être un gaz d'infiltration qui a déplacé les constituants gazeux originels des couches.

Nous n'avons jamais relevé la présence d'hydrogène sulfuré; en cas de présence, ce constituant serait compris dans l'acide carbonique renseigné. Il est peu probable que les grisous examinés aient pu contenir des traces notables de gaz sulfuré. La moindre trace de celui-ci se décèle à l'odeur; nous n'avons d'ailleurs jamais observé le moindre noircissement du mercure des trompes d'extraction, même après un usage prolongé.

(2) Les déterminations du CO par voie colorimétrique (rapport 1931, pp. 300 à 305) ont été faites à partir du n° 38 (le n° 39 excepté).

Dans les nos 51, 52, 53, 56, 58 et 60, les teneurs étaient inférieures à 0,01 %; les nos 45 et 54 en contiennent environ 0,03 %. Tous les autres numéros sont exempts de CO.

Le n° 61 non fractionné donnait une coloration intense au tube à I<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; comme nous n'avons pu refaire la détermination sur un échantillon fractionné, nous n'avons pas fait état de cette détermination; la réduction du pentoxyde pouvait, en effet, être causée par les vapeurs introduites dans l'échantillon mal prélevé (voir p. 152).

teneurs observées sont pratiquement négligeables. La teneur maximum que nous avons observée est de 0,235 % ; elle correspond au n° 34 qui est un échantillon prélevé à un sondage pratiqué en terrain vierge. Ceci est une règle générale : les constituants très volatils et à grande vitesse de diffusion, tels que l'hydrogène et l'hélium, sont très peu adsorbés par la houille et restent de préférence dans la phase gazeuse des couches (1). Ce seront donc surtout ces constituants qui diffuseront hors des couches par les drains naturels que leur offrent les accidents tectoniques et surtout par les drains artificiels qu'occasionnent l'approche et l'avancement des travaux d'exploitation. Toutes conditions étant égales, l'hydrogène et le groupe hélium et néon ne se rencontreront avec des teneurs appréciables que dans les échantillons prélevés à des sondages en terrain vierge ; il suffit de parcourir les tableaux de nos résultats pour se rendre compte du bien-fondé de cette règle générale.

Nous n'avons fait aucune opération visant l'isolement et la séparation complète des cinq *gaz rares*. Cependant, dans chaque analyse, le groupe hélium et néon nous restait comme résidu après la combustion de l'hydrogène du non-condensé sur la silice refroidie à  $-190^{\circ}$  (ce non-condensé a été appelé « Groupe B<sub>1</sub> » dans la première partie de cette note). Nous avons ainsi obtenu dans chaque analyse une détermination, même très précise, du groupe hélium et néon qui probablement est formé en majeure partie d'hélium (voir plus loin).

Ce groupe se rencontre absolument dans tous les échantillons (2) et sa teneur est même sensible dans certain cas. Le taux maximum observé est de 0,330 et correspond au grisou n° 64 prélevé dans un grès à la profondeur de 850 mètres en terrain non exploité (Charbonnage de Forte-Taille à Montignies-le-Tilleul). Les autres échantillons à teneur élevée correspondent de

(1) On peut à ce point de vue ranger les différents gaz dans l'ordre des volatilités décroissantes. On remarque, à une ou deux exceptions près, une gradation rapidement croissante dans les volumes des différents gaz adsorbés par un même adsorbant dans des conditions identiques de température et de pression d'équilibre.

(2) Il nous faut pourtant faire remarquer que pour quelques échantillons, la détermination de l'hydrogène n'a pu être faite à cause du faible volume du groupe B<sub>1</sub> (voir première partie). Dans ce cas, les teneurs renseignées dans la colonne He+Ne comprennent aussi les teneurs éventuelles très minimes en H<sub>2</sub>.

même à des sondages en des terrains non saignés par une exploitation déjà avancée.

La présence constante du groupe hélium et néon est intéressante à ce sens qu'il s'agit ici d'éléments dont l'origine est certainement étrangère aux couches de houille (1). Nous avons ainsi la preuve que les grisous actuels, appauvris d'abord par la diffusion de leurs éléments volatils pendant les longues périodes géologiques, ont encore été altérés par l'infiltration de gaz totalement étrangers à la fossilisation même des végétaux.

Les teneurs assez sensibles en hélium (et néon) remettent en question les taux que nous avons enregistrés pour l'azote qui, comme nous l'avons dit, comprennent aussi les teneurs en argon (et krypton). On peut se demander si ce que nous avons renseigné comme azote+krypton et argon n'est pas simplement constitué par le dernier de ces gaz. Tel ne semble pas être le cas. Nous donnons ci-dessous deux tableaux tirés des travaux de Ch. Moureu et Ad. Lepape sur « Les gaz rares des grisous » (cité plus haut).

(1) D'après Ch. Moureu et Ad. Lepape, l'hélium des grisous ne saurait tirer entièrement son origine de la désintégration des matières radioactives contenues dans la houille et les terrains encaissants. Celles-ci ne peuvent être rendues responsables que d'une fraction de l'hélium des grisous. Ce gaz y est d'ailleurs toujours accompagné d'argon et de traces des autres gaz rares. La presque totalité de l'hélium des grisous est d'origine antérieure à la solidification de l'écorce terrestre.

D'après Moureu et Lepape, l'azote brut (azote+gaz rares) des grisous et des gaz de sources thermales provient en dernière analyse de l'azote brut de l'atmosphère gazeuse de notre planète qui, au cours de la solidification de l'écorce terrestre, a été occlus dans les roches ou emprisonné dans des poches plus ou moins volumineuses.

« L'azote brut se répandra de proche en proche, à travers les fissures, » entraîné par les eaux, par diffusion, etc. dans les différents milieux de » l'écorce. Il pénétrera notamment dans la houille et ira se mêler au » méthane des grisous. Il rencontrera également les pétroles et, avec les » hydrocarbures volatils de ceux-ci, il s'échappera dans l'atmosphère. » (Ch. Moureu et Ad. Lepape, « Les gaz rares des grisous », *Ann. de Ch.*, 9<sup>e</sup> série, t. V (1916), pp. 253-254).

Cette théorie, séduisante par sa généralité même, ne peut échapper à certaines objections. Ainsi, l'on pourrait y opposer le fait qu'aucune poche de gaz n'a jamais été rencontrée dans les travaux d'exploitation des mines. A quoi l'on pourrait d'ailleurs répondre que ces poches, formées lors de la solidification de l'écorce, ne peuvent se rencontrer dans les terrains sédimentaires et doivent d'ailleurs nécessairement avoir disparu par les mouvements orogéniques.

D'après d'autres auteurs, l'azote brut proviendrait de la diffusion vers l'extérieur des gaz contenus dans le noyau terrestre incandescent.

## Composition %, en volumes des grisous secs.

Origine du grisou.	CO <sup>2</sup>	O <sup>2</sup>	gaz combustibles.	N <sup>2</sup>	en bloc.	Gaz rares	
						hélium + traces de néon.	Argon + traces de krypton et xénon.
Liévin . . .	0,5	néant	97,03	2,41	0,053	0,013	0,040
Anzin . . .	0,16	»	97,92	1,854	0,065	0,044	0,021
Lens . . .	néant	»	98,15	1,81	0,037	0,0003	0,0367
Frankenholz	2,80	traces	95,09	2,06	0,048	0,027	0,021
Mons . . .	traces	»	99,60	0,317	0,053	0,050	0,003

Origine du grisou.	Azote brut (1)	Gaz rares dans	Hélium (+Néon) des
	du grisou sec.	l'azote brut.	gaz rares en bloc.
	%	%	%
Liévin . . . . .	2,47	2,127	25,10
Anzin . . . . .	1,92	3,40	67,30
Lens . . . . .	1,85	2,01	0,87
Frankenholz . . .	2,11	2,28	57,0
Mons . . . . .	0,37	14,33	94,20

Il résulte de ces chiffres que le rapport du groupe hélium + néon à l'ensemble des gaz rares des grisous est autrement important que dans l'air; il n'y a d'ailleurs aucune constance dans ce rapport. On peut en déduire que le groupe N<sup>2</sup> + Ar + Kr dans nos résultats ne doit contenir en général que des traces d'argon et de krypton.

Un autre constituant normal des grisous belges est l'éthane, dont la valeur maximum observée est de 2,785 % (grisou n° 54). Nous reparlerons plus loin de ce gaz qui est en dehors du méthane, le seul hydrocarbure identifié dans nos grisous.

## § II. — La composition des grisous et le danger d'inflammation.

Il résulte de nos recherches, qu'au point de vue pratique, les grisous se comportent comme si le méthane en était l'unique constituant. Le retard à l'inflammation, qui constitue l'une des

(1) Par « azote brut », il faut entendre la somme de l'azote et des gaz rares.

caractéristiques les plus remarquables du méthane, ne peut être sensiblement modifié par les faibles teneurs en éthane et en hydrogène que nous avons enregistrées. C'est là une constatation d'intérêt primordial. Faute de recherches précises et exactes, on avait, en effet, longtemps discuté à ce sujet. La présence d'hydrogène ayant été « signalée » dans quelques cas, on pouvait redouter que la teneur puisse atteindre un taux dangereux, car, à l'inverse du méthane, l'hydrogène ne présente pas de retard sensible à l'inflammation. Il a donc été utile de prouver, par des méthodes d'analyses dont la grande précision est bien démontrée, l'absence, on peut dire complète, de l'hydrogène dans les grisous. Sur ce point, nos conclusions, formelles, ont une importance pratique.

## § III. — Les relations entre la composition des grisous et les modes de dégagement.

Dans les gisements belges, les grisous se dégagent le plus souvent de façon lente. Il arrive pourtant que, malgré les méthodes spéciales exploitation (1), la saignée lente des couches ne puisse se faire et que le grisou se dégage brutalement avec projection de charbon pulvérulent. Le volume des gaz dégagés et du charbon projeté est souvent tellement important que l'on compare ces dégagements instantanés à l'explosion de certains volcans (2).

On pouvait se demander si le mode de dégagement n'était pas en relation avec la composition des grisous. Les résultats de nos premières analyses nous avaient porté à conclure par l'affirmative.

En effet, les grisous, sans ou avec peu d'éthane, semblaient en règle générale provenir de couches qui, tout en étant plus ou moins grisouteuses, ne donnaient pas lieu à des dégagements instantanés. Par contre, les couches à dégagements instantanés fournissaient des grisous à teneurs appréciables en éthane.

La suite de nos recherches nous a montré que cette relation n'avait pas la généralité que nous avions cru pouvoir lui attribuer; nos plus récentes analyses infirment cette opinion; ainsi,

(1) Exploitation par longs fronts de taille avec avancement normal très minime.

(2) Le terme « volcan » est d'ailleurs dans le langage des mineurs borains synonyme de « dégagement instantané ».

parmi les grisous prélevés aux Charbonnages de Ressaix, un certain nombre proviennent de zones à dégagements instantanés; cependant, tous ces grisous ne contiennent que des traces négligeables d'éthane.

La teneur en éthane ne peut donc être tenue pour un critère sûr et général du caractère plus ou moins dangereux des couches. On peut conserver la relation, que nous discutons, sous une autre forme, moins générale : les grisous à forte teneur en éthane proviennent de couches à dégagements instantanés, mais toutes les couches à dégagements instantanés ne donnent pas nécessairement des grisous à forte concentration en éthane.

Sous cette forme, la règle précédente n'est que la traduction fidèle de nos résultats actuels. On peut tenter de l'expliquer (1). Les couches à dégagements instantanés sont celles dans lesquelles le volume important des gaz arrive, malgré l'adsorption d'une partie importante, à maintenir dans la phase gazeuse une pression telle que la résistance à la désagrégation de la veine ne peut en certains points empêcher l'expansion brutale des gaz (2). Comme les couches à dégagements instantanés sont généralement situées dans les paquets de terrains transportés, il est permis de supposer que l'effet thermique ayant résulté des transports et des compressions ne soit pas étranger au volume exceptionnel des gaz des couches à dégagements instantanés. L'augmentation de température doit, en effet, avoir accéléré la dépolymérisation lente qui est à la base de l'évolution naturelle des houilles.

(1) Aux pages 307 et 308 du Rapport de 1931, nous avons laissé entrevoir que la présence de quantités notables de  $C^2H^6$  dans la phase adsorbée, puisse aboutir à un colmatage des espaces inter-colloïdaux.

Il en résulterait une augmentation de l'imperméabilité des couches riches en éthane et, théoriquement du moins, celles-ci manifesteraient une plus grande tendance aux dégagements instantanés.

En réalité, l'hypothèse supposée vérifiée peut n'avoir pas de portée pratique : en effet, l'approche des travaux d'exploitation amène, par la détente des terrains, l'écrasement et la fissuration souvent bien visibles des couches. La saignée de celles-ci n'est donc plus fonction seulement du degré d'imperméabilité du charbon; cette perméabilité semble devoir être altérée par le réseau de drains résultant du travail des terrains encaissants.

(2) Il est évident que la résistance à la désagrégation du charbon est un des facteurs conditionnant l'allure d'une couche au point de vue des dégagements instantanés. Telle pression gazeuse sera inoffensive dans une couche ou partie de couche dont le charbon est dur et compact, alors qu'une pression moindre pourra causer un dégagement instantané en des points de plus faible résistance.

Ne faisons pas d'hypothèses complémentaires en ce qui concerne la composition des gaz et admettons seulement qu'à un certain moment, les couches à dégagements instantanés ne se différencient des couches ordinaires que par une plus forte pression de la phase gazeuse. Il n'en reste pas moins vrai que pour ce seul motif, les couches à dégagements instantanés se verront appauvries plus spécialement par la diffusion, d'autant plus qu'elles sont plus spécialement situées en terrain dérangé et fissuré. Or, la diffusion se faisant au détriment de la phase gazeuse, où l'éthane n'est presque pas représenté, ce seront les éléments légers et surtout le méthane qui diffuseront; il se produit ainsi inévitablement un enrichissement des couches en éthane. Notre explication lie donc la teneur en éthane à la diffusion qui est surtout l'apanage des couches à fortes pressions gazeuses que sont les couches à dégagements instantanés. On comprend que les couches à dégagements instantanés, où des obstacles se sont dressés contre la diffusion, ne doivent pas, d'après notre manière de voir, avoir subi d'enrichissement en éthane. Si l'on ajoute que les méthodes et vitesses différentes d'exploitation faciliteront la diffusion dans des mesures largement différentes, on comprendra que la relation que nous commentons ne puisse prétendre à la généralité.

On pourrait encore faire intervenir les différences dans les pouvoirs adsorbants des différentes couches et des différents points d'une même couche. Comme on ne connaît rien de précis à ce sujet, nous nous abstenons d'en faire état (1).

#### § IV. — *L'origine des grisous actuels et leurs relations avec les houilles correspondantes.*

Le grisou tel que nous arrivons à le capter actuellement aux sondages pourrait être qualifié de « grisou pratique » par opposition au « grisou théorique » que débiterait une couche de houille si son évolution avait eu lieu en « système fermé » au sens physico-chimique de cette dénomination. Cette distinction, sans portée pratique, a une importance théorique si l'on envisage les relations éventuelles entre les grisous actuels et les houilles qui les débitent.

(1) Nous travaillons actuellement à l'étude du pouvoir adsorbant comparé des différents charbons.

Les multiples études microscopiques poursuivies sur les houilles mettent hors de doute l'origine de celles-ci. Comme le dit fort bien M. Renier, « elles dérivent d'accumulations de végétaux dans des marécages tourbeux dont le sol s'est brusquement affaissé et qui ont, en conséquence, été recouverts de boues argilo-sableuses. La putréfaction des végétaux sous l'eau dans le fond du marécage s'est vraisemblablement poursuivie dans la suite, encore que le processus en soit plus ou moins obscur ». Elle a donné naissance à la formation d'eau et aussi d'une grande quantité de termes gazeux dont les uns très solubles dans l'eau (tels que l'anhydride carbonique et l'hydrogène sulfuré) ont pu disparaître, tandis que d'autres, tels que le méthane, insolubles dans l'eau, ont été adsorbés par la matière même dont ils dérivent.

« A ne considérer, tout au moins que la partie profonde des gisements houillers de la Belgique, les houilles y sont restées sous l'eau depuis leur formation. Le tassement des sédiments, par suite de leur accumulation dans les bassins de dépôt et leur compression au cours des mouvements orogéniques, ont certes eu pour conséquence d'expulser la plus grande partie de l'eau d'imbibition. Il n'empêche qu'aujourd'hui encore, la houille, comme toutes les roches du terrain houiller, présente toujours une certaine teneur en « eau de carrière » et que, au cours des âges géologiques par suite de l'existence de cassures naturelles, les eaux n'ont sans doute pas cessé de circuler quelque peu dans la masse ». Ceci a certainement eu pour conséquence l'altération des grisous par entraînement des gaz à fort coefficient de solubilité dans l'eau ( $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{S}$ ).

En dehors des vitesses différentes du recouvrement de la future houille et de la solubilisation dans les eaux de circulation, d'autres causes d'altération des grisous théoriques sont intervenues. On ne peut nier que certains constituants des grisous et surtout les plus volatils (qui sont aussi les moins adsorbés) ont pu diffuser à travers les roches sédimentaires; ceci expliquerait que jusqu'à une certaine profondeur, le grisou est pratiquement inconnu dans les gisements même vierges. Lorsque les exploitations y pénètrent, elles ont évidemment pour conséquence de disloquer le gisement et d'activer ainsi sa diffusion, spécialement des ter-

mes volatils des grisous (1). Ainsi, le grisou se modifie au cours des âges géologiques et même au cours de l'exploitation.

D'autre part, on ne saurait nier l'infiltration (2) dans les couches de houille de gaz absolument étrangers, à la putréfaction des végétaux tels que l'hélium, l'argon et les autres gaz rares. En ce qui concerne l'hélium, il pourrait à la rigueur dériver de grandes quantités de matières radio-actives supposées se trouver dans les couches profondes de l'écorce terrestre. La présence d'argon ne peut être attribuée à la présence dans l'écorce de matières radioactives; nous avons résumé à la page 167 la théorie proposée par Ch. Moureu et Lepape.

Si l'on cherche maintenant à départir ces gaz d'origines si diverses, on est bien forcé d'admettre que beaucoup d'aspects de la question restent mystérieux. Il semble pourtant bien que le méthane, constituant principal des grisous, doive son existence à la putréfaction des végétaux.

Quant à la relation éventuelle entre la composition des grisous et les houilles correspondantes, les considérations précédentes en prouvent l'inexistence (3).

#### CONCLUSIONS GENERALES.

Au point de vue du danger d'inflammation, les grisous se comportent comme si le méthane en était l'unique constituant.

Au point de vue théorique, les résultats s'interprètent le mieux en admettant que les grisous sont adsorbés à la houille, partielle-

(1) On peut aussi se demander si l'air des chantiers pénétrant dans les couches ne peut venir modifier les grisous. Cette pénétration d'air dans les couches peut difficilement être admise étant donné l'afflux sinon intense, du moins continu, de grisou en sens contraire. Cette pénétration ne pourrait être admise que dans le cas de couches pratiquement exemptes de grisou.

(2) Il est évident que la diffusion et l'infiltration se manifesteront surtout dans les couches de terrains accidentés et fissurés. On peut pourtant concevoir que dans les terrains non dérangés, l'imperméabilité d'une partie de ceux-ci ne peut supprimer entièrement le jeu des phénomènes de diffusion et d'infiltration qui ont pu se continuer pendant la durée énorme des temps géologiques.

(3) Voulant avoir tous nos apaisements à ce sujet, nous avons fait faire l'analyse élémentaire d'une vingtaine de charbons provenant des sondages ayant donné les grisous les plus purs; les résultats de ces analyses montrent l'absence complète de toute relation.

ment du moins; on obtient ainsi une explication suffisante de nombreux faits d'observation.

Ce travail présente encore des lacunes notamment en ce qui concerne la détermination individuelle des gaz rares; on ne saurait nier l'intérêt, théorique du moins, de cette question. Il serait également intéressant de comparer nos grisous belges aux gaz de mines d'autres pays.

*Pâturages, le 28 mars 1933.*

---