RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1953
DE
l'INSTITUT NATIONAL DES MINES
à Frameries-Pâturages

par J. FRIPIAT
Ingénieur en chef des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut.

SOMMAIRE

Samenvatting 466
Résumé 466

SERVICE : SECURITE ET HYGIENE DES MINES.

I. Travaux sur les explosifs

1) Recherches sur la gaine de sûreté 467
2) Explosifs de haute sécurité 470
3) Epreuves d'agréation 470
4) Essais divers 471
5) Tirs à temps au rocher 472

II. Détonateurs et exploseurs 478

III. Etudes diverses 478

IV. Recherches demandées par l'Administration des Mines 479

V. Recherches demandées par les charbonnages et par les constructeurs 480

VI. Lutte contre les poussières (Hygiène) 480

VII. Travaux du laboratoire de chimie 480

VIII. Renseignements divers (visites éducatives - appareils agréés) 481

SERVICE : RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

IX. Recherches sur l'inflammation des mélanges méthane et oxygène 482

ANNEXE : Liste des appareils électriques et autres agréés 485

RESUME

Les travaux effectués au cours de l'année 1953 sont classés en neuf chapitres résumés brièvement ci-après.

I) Explosifs. — *Les recherches relatives aux explosifs ont eu pour but principal la mise au point de gaines nouvelles, semi-rigides ou rigides et par là plus résistantes que la gaine pulvérulente.*

L'intégrité de la gaine étant assurée malgré les manipulations de transport et de mise en œuvre, il devient possible d'envisager l'utilisation d'une nouvelle classe d'explosifs de sûreté : les explosifs brisants gainés.

Cette innovation entraîne évidemment la mise en pratique de normes d'agréation très sévères. Nous nous sommes arrêtés à l'épreuve au bloc rainuré dont on peut, par certains détails de construction, augmenter à volonté la rigueur.

L'efficacité de la gaine peut cependant devenir illusoire par le fait de la décapitation, incident très fréquent avec le tir à temps.

Nous avons indiqué antérieurement comment on pouvait, par l'emploi de détonateurs à court retard, amenuiser les conséquences de cet incident. Le fait a été confirmé par de nouveaux essais exécutés dans nos galeries au rocher.

II) Détonateurs et exploseurs. — *La partie la plus importante de ce paragraphe se rapporte au risque d'inflammation par étincelles électriques se produisant dans le circuit postérieurement à l'explosion des charges. On supprime ce risque en réduisant à 4 millisecondes la durée du passage du courant dans la ligne de tir.*

III) Etudes diverses *relatives à des grisoumètres et à un appareil de sauvetage Dräger permettant de longues prestations en atmosphère irrespirable.*

IV) Recherches demandées par l'Administration des Mines. — *Ces recherches ont trait à des accidents survenus dans les mines.*

La plus importante vise la sécurité d'emploi des locomotives Diesel.

V) Recherches pour les charbonnages et constructeurs. — *On trouve, dans ce chapitre, des essais d'empilages pour installations de dégazage des couches. L'empilage de lamelles écartées de 0,5 mm suffit pour arrêter une explosion de méthane pourvu qu'il soit installé à une vingtaine de mètres du point présumé d'inflammation.*

VI) Lutte contre les poussières. — *Classement des chantiers souterrains et essais de masques antipoussières.*

VII) Travaux de laboratoire de chimie. — *Enumération des travaux exécutés et notamment des analyses pour surveillance des chantiers grisouteux.*

VIII) — Renseignements divers. — *Enumération des visites éducatives organisées en 1953 et relevé des appareils et autres engins examinés et agréés sur proposition de l'Institut National des Mines.*

IX) Recherches sur l'inflammation des mélanges de méthane et d'oxygène. — *Le fait le plus saillant rapporté dans ce chapitre est l'absence de période d'induction antérieure à l'explosion.*

Annexe. — *Relevé détaillé des appareils électriques et autres engins agréés en 1953 par la Direction générale des Mines, avec indication sommaire de leurs caractéristiques et des dates des décisions d'agréation.*

SAMENVATTING

Het verslag over de bedrijvigheid gedurende het jaar 1953 is onderverdeeld in negen hoofdstukken, die hierna bondig samengevat worden :

I) Springstoffen. — *De opzoekingen aangaande de springstoffen hadden hoofdzakelijk tot doel het op punt stellen van nieuwe stijve of half-stijve omhulsels, die meerweerstandbiedend zijn dan de poeder vormige huls.*

Daar de integriteit van het omhulsel aldus verzekerd blijft niettegenstaande de behandelingen tijdens het vervoer en het laden, wordt het mogelijk een nieuwe klasse veiligheidsspringstoffen onder ogen te nemen, namelijk de omhulde brisante springsstoffen.

Deze nieuwe formule brengt vanzelfsprekend het vaststellen van zeer strenge aanvaardingsnormen mede. Wij hebben onze keuze laten vallen op de proef in de gegroefde cylinder waarmede men, door de wijziging van zekere constructie-details, de strengheid naar believen kan verhogen.

De doeltreffendheid van het omhulsel kan nochtans in gebreke gesteld worden door de onthoofding van een mijn, incident dat tamelijk veelvuldig optreedt bij tijdschieten.

Vroeger vermelden wij reeds hoe men, door het gebruik van ontstekers met korte vertraging, de gevolgen van zulke incidenten kon verminderen. Dit feit werd bevestigd door nieuwe proeven uitgevoerd in de proefgalerijen in de steen.

II) Ontstekers en ontploffers. — *Het voornaamste gedeelte van deze paragraaf betreft het ontvlammingsgevaar door electrische vonken die kunnen ontstaan in een schietkring na de ontploffing der ladingen.*

Men schakelt dit gevaar uit door de tijd gedurende dewelke de stroom in de schietkring doorgaat, te beperken tot 4 milliseconden.

III) Diverse studies. — *Over mijngasaanduiders en over een reddingsapparaat Dräger dat langdurige prestaties in oninadembare atmosferen toelaat.*

IV) Opzoekingen gevraagd door het Mijnwezen. — *Deze opzoekingen hebben betrekking op ongevallen overkomen in de mijnen.*

De voornaamste studie betreft de veiligheid van het gebruik van Diesellocomotieven.

V) Opzoekingen gevraagd door de kolenmijnen en de constructeurs. — *In dit hoofdstuk vindt men het relaas over de proeven uitgevoerd op vlamgrendels voor de inrichtingen tot opvanging van mijngas. Een vlamgrendel bestaande uit lamellen met 0,5 mm tussenruimte volstaat om een ontploffing van methaan tegen te houden op voorwaarde dat hij opgesteld is op een twintigtal meter van het vermoedelijke ontvlammingspunt.*

VI) Stofbestrijding. — *Rangschikking der ondergrondse werkplaatsen en beproeving van stofmaskers.*

VII) Werken van het scheikundig laboratorium. — *Opsomming van de uitgevoerde studies en van de ontledingen in verband met het toezicht op de mijngasachtige werkplaatsen.*

VIII) Diverse inlichtingen. — *Opsomming van de didactische bezoeken ingericht in 1953 en lijst van de onderzochte apparaten, aanvaard op voorstel van het Nationaal Mijninstituut.*

IX) Opsporingen over de ontvlamming van methaan-zuurstof mengsels. — *Het merkwaardigste feit dat in dit hoofdstuk vermeld wordt is de afwezigheid van inductie-periode vóór de ontploffing.*

Bijlage : *Uitvoerige lijst van de electrische en andere apparaten aanvaard in 1953 door de Algemene Directie van het Mijnwezen, met bondige aanduiding van hun kenmerken en van de data van de agreatiebesluiten.*

I. — TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS

Nos travaux sur les explosifs ont été effectués, les uns en galerie expérimentale, les autres en galerie au rocher.

Les premiers ont été consacrés spécialement à la mise au point de gaines nouvelles, tant pour les explosifs S.G.P. que pour les explosifs brisants.

Quelques essais ont été effectués également sur les explosifs à teneur élevée en matières inhibitrices (explosifs genre bicarbite).

Ces recherches devaient conduire à l'établissement de normes d'agréation auxquelles devront dorénavant satisfaire les trois classes d'explosifs prévues par le nouveau règlement actuellement à l'étude.

En galerie expérimentale il a été procédé également à des essais de caractère courant : agréation d'explosifs S.G.P. gainés, essais d'une Cheddite gainée, vérification de l'inflammabilité de poussières charbonneuses, vérification de la neutralisation de poussières prélevées dans les voies de chantier, examen de la sécurité d'emploi en atmosphère grisouteuse d'un cordeau détonant.

Ces travaux sont groupés dans un chapitre « Essais divers ».

Les expériences au rocher ont eu pour but de confirmer les conclusions favorables émises antérieurement quant à l'emploi des détonateurs à court retard.

1. — RECHERCHES SUR LA GAINE DE SURETE

Lorsqu'en 1951, il apparut nécessaire de renforcer la gaine de sûreté, il fut décidé en même temps qu'elle serait constituée en ordre principal de bicarbonate de soude.

Des essais effectués antérieurement à l'Institut National des Mines avaient montré en effet que la gaine au bicarbonate de soude présentait, à volume égal, une action inhibitrice supérieure à celle des gaines utilisées jusqu'alors.

Cette supériorité avait été démontrée aussi bien par des tirs en charges suspendues que par des tirs au bloc rainuré.

Le bicarbonate de soude présente néanmoins l'inconvénient de s'échapper par les moindres déchirures de l'enveloppe.

Il n'est donc pas toujours certain qu'après le transport et toutes les manipulations effectuées sur les lieux de travail, la gaine ait encore le poids assurant sa pleine efficacité. Les fabricants belges ont cherché à parer cet inconvénient par divers procédés qui ont été appliqués au cours des deux dernières années :

1) aux explosifs renfermant de 15 à 23 % de chlorure sodique de composition analogue à celle des explosifs classés antérieurement comme S.G.P. (Sécurité-Grisou-Poussières);

2) aux explosifs brisants.

Le règlement actuellement à l'étude prévoit en effet l'utilisation dans certains cas, d'explosifs à potentiel de travail supérieur à celui des explosifs S.G.P.

Les premiers essais de la gaine renforcée avaient été réalisés dans un cylindre analogue à celui de la Station de Derne, c'est-à-dire creusé d'une rainure dont les faces, formant un angle de 90°, étaient raccordées par un congé ou arrondi de faible rayon (5 mm).

Dans la suite, nous avons abandonné ce mode de réalisation de la rainure pour en adopter un autre

plus conforme aux incidents susceptibles de se produire dans les tirs réels.

Nous y avons été amenés par les constatations que nous avons faites lors de nos essais de tir à temps au rocher.

Ainsi que nous le rappellerons ultérieurement, ceux-ci ont donné lieu fréquemment à l'amputation des charges avec ou sans inflammation du grisou suivant l'importance du temps écoulé entre les explosions successives; mais à plusieurs reprises, nous avons retrouvé des cartouches non explosées dans des cavités hémicylindriques; la charge qui avait explosé la première avait emporté la cartouche amorce et sectionné le fourneau suivant un plan diamétral.

En conséquence, nous avons modifié la forme de la rainure de telle sorte que le métal épouse la forme de la cartouche.

Dans notre Rapport sur les travaux de 1952, nous avons montré, par des essais comparatifs effectués avec une gaine au chlorure sodique pulvérulent, dans quelle mesure ce mode de réalisation de la rainure influe le comportement de l'explosif, dans l'épreuve du tir d'argile.

Les recherches dont nous donnons ci-après le compte rendu, ont été effectuées dans des blocs d'acier doux de 3 m de longueur creusés de rainure de formes diverses, soit :

1) la rainure *normale* ouverte à 90° avec arrondi au rayon de 18 mm (fig. 1);

2) la rainure *latérale* identique à la précédente, mais creusée dans une arête du bloc (fig. 2).

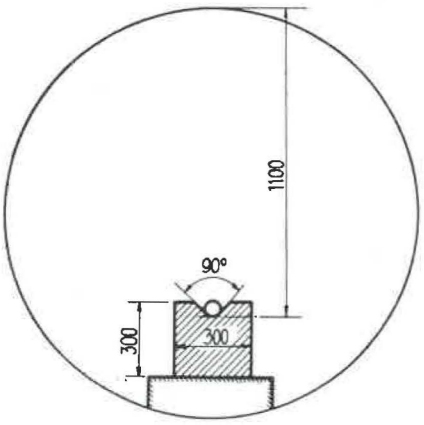


Fig. 1.

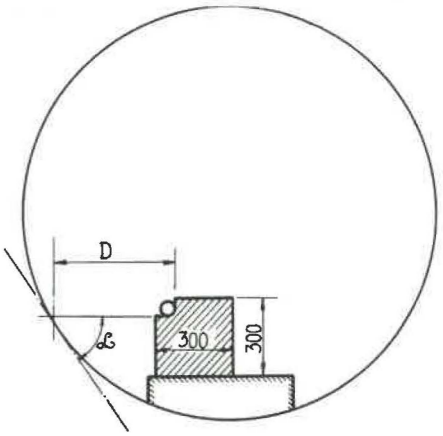


Fig. 2.

Au cours des essais, on a fait varier la distance (D), l'angle d'impact α restant constant (60°).

3) la rainure *hémicylindrique* au rayon de 18 mm (fig. 3).

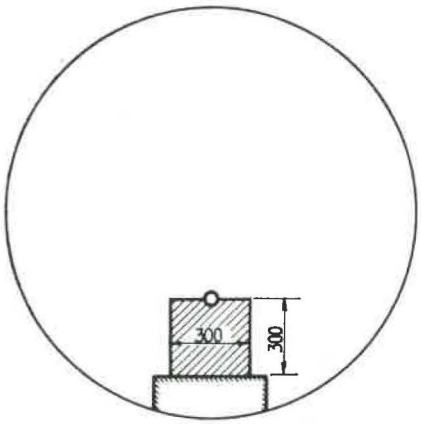


Fig. 3.

La rainure latérale rappelle sous une forme plus simple la disposition adoptée par la station de Derne (Allemagne) reproduite à la figure 2 de notre Rapport sur les travaux de 1952.

L'épreuve allemande diffère de la nôtre en ce que la charge est introduite dans une rainure avec congé réduit (5 mm environ) orientée parallèlement à une paroi plane et avec un angle d'impact que l'on peut faire varier à volonté.

Les explosifs essayés répondaient aux formules suivantes :

Explosifs S.G.P.

	Flamivore Vbis	Matagnite VII
Nitrate ammonique	59,45	57,50
Nitroglycérine	10,00	12,00
Nitrocoton	0,05	—
Dinitrotoluol	1,00	—
Farine de bois	6,50	7,50
Chlorure sodique	23,00	23,00

Sécurite à 35 % de nitroglycérine.

Nitrate ammonique	23,50
Nitroglycérine	35,00
Nitrocellulose	1,50
Chlorure sodique	40,00

Fractorite B (Explosif brisant)

Nitrate ammonique	70,00
Nitroglycérine	9,00
Nitrate de soude	5,00
Trinitrotoluène	10,00
Farine de bois	6,00

Sauf indication contraire, il s'agira de tirs en mélange grisouteux (8,5 à 9,5 % de méthane).

Les tirs en poussières seront mentionnés spécialement, ceux-là ont été effectués en présence de poussières à 30 % de matières volatiles et traversant le tamis à 6.400 mailles par cm².

Gaine semi-rigide.

Des gaines de ce genre sont utilisées par la Société d'Arendonck et par les Poudreries Réunies de Belgique.

Leurs compositions sont indiquées au tableau I.

On produit le durcissement de la première par une immersion de très courte durée des cartouches dans un bain d'eau; cette immersion est suivie d'un séchage à température modérée.

Dans la seconde, l'hydratation du ciment s'opère spontanément aux dépens du sulfate de soude.

Toutes deux sont utilisées couramment, la première à raison de 130 g par cartouche, pour le Flamivore, la seconde à raison de 140 g par cartouche pour la Matagnite VII.

Dans ces conditions, 1500 g de ces explosifs n'allument en rainure normale ni le grisou, ni les poussières.

Malgré le poids important de matière gainante, la charge limite (c'est-à-dire le poids le plus élevé, à 100 g près, qui ne produit pas l'inflammation) est influencée par la présence d'une paroi au voisinage de la charge; c'est le cas pour le tir en rainure latérale (voir disposition figure 2).

Voici les résultats obtenus pour diverses distances D.

D = 40 cm	charge limite	300 g
D = 50 cm	id.	500 g
D = 60 cm	id.	au moins 1500 g.

(Rappelons que 1500 g est le poids maximum pouvant être introduit dans la rainure).

Lorsque les poids de gaine sont inférieurs de 20 g environ à ceux indiqués ci-avant, on enregistre un affaissement considérable de la charge limite.

C'est ainsi que la Matagnite VII pourvue d'une gaine ternaire de 120 g allume déjà le grisou en rainure normale dès la charge de 300 g.

Gaine rigide au chlorure sodique.

Cette gaine inventée par les Poudreries réunies de Belgique est faite d'anneaux de chlorure sodique aggloméré à la presse; ces anneaux présentent les dimensions suivantes :

longueur	25 mm
diamètre intérieur	26 mm
diamètre extérieur	36 mm.

Ces anneaux superposés forment un cylindre dans lequel la matière explosive est introduite directement sans interposition de papier.

L'ensemble est entouré de papier comme une cartouche ordinaire.

TABLEAU I.

	Société d'Arendonck	Poudreries Réunies
Bicarbonate de soude	90	90
Ciment	10	5
Sulfate de soude hydraté	—	5

Cette réalisation présente des avantages appréciables;

1) la gaine reste intacte au cours du transport et des manipulations;

2) il est impossible d'utiliser l'explosif sans sa gaine de sûreté;

3) le taux de compression étant maintenu constant, le poids de gaine reste le même au cours d'une fabrication en grande série.

Par des essais comparatifs au bloc rainuré, il a été reconnu que le paraffinage du papier extérieur est sans influence sur le comportement de l'explosif.

En plus de l'enveloppe paraffinée qui protège le chlorure sodique contre l'action de l'humidité, les anneaux subissent un traitement spécial empêchant la migration de certains constituants de l'explosif.

La gaine rigide a été appliquée par les Poudreries Réunies à divers explosifs de leur fabrication; ceux-ci ont donné aux essais les résultats du tableau II.

TABLEAU II.

Explosif et poids de gaine		Charge limite (g) en rainure		
		normale	latérale	hémicylindrique
Matagnite VII	170 g	1500 g	pour D = 40 cm 400 g pour D = 60 cm 1500 g	900 g
	190 g	1500 g		1000 g
Sécurité à 35 % de nitroglycérine	68 g	< 100		
	125 g	200		
	140 g	1500		
Fractorite B	160 g	1500		

Les essais de la Sécurite montrent dans quelle mesure la charge limite s'accroît avec le poids de gaine.

En rainure latérale, la charge limite de la Matagnite VII s'élève de 400 à 1500 grammes quand la distance entre la charge et la paroi de la galerie est augmentée de 20 cm.

Enfin le tir en rainure hémicylindrique conduit à une charge limite inférieure à celle observée en rainure normale.

Plusieurs explosifs brisants de composition assez voisine de celle de la Fractorite B ont été essayés également avec la gaine au chlorure sodique sans donner des résultats ni constants, ni satisfaisants.

La fractorite B n'est pas encore agréée. Les résultats qu'elle a donnés au bloc rainuré montrent cependant qu'il n'est pas impossible de réaliser des brisants ayant des charges limites élevées à l'épreuve du tir d'angle.

2. — EXPLOSIFS DE HAUTE SECURITE

Ces explosifs renferment un pourcentage élevé de matières inertes et peuvent de ce fait être utilisés sans gaine de sûreté.

Trois formules de ce genre ont été expérimentées; leurs compositions figurent au tableau ci-après.

	I	VI	III
Nitrate ammonique	—	15	—
Nitroglycérine	15	17	18
Nitrate potassique	—	—	10
Nitrate sodique	—	10	—
Bicarbonate sodique	82	—	34.3
Farine de bois	—	5	—
Chlorure sodique	—	32	34.3
Laine de laitier	—	20	2.4
Guhr	2	1	1.0
Talc	1	—	—

Les cartouches avaient 30 mm de diamètre et pesaient 125 grammes.

La formule I est celle dont les charges limites sont les plus élevées.

3000 grammes, poids maximum pouvant être introduit dans la rainure n'allument pas le grisou :

en rainure normale,

en rainure latérale placée à 40 cm de la paroi de la galerie;

en rainure hémicylindrique.

Les charges limites de la formule VI sont :

1) en rainure normale 600 g, (il y a inflammation par 725 g);
2) en rainure latérale pour 40 cm, 125 g, (il y a inflammation par 250 g);
3) en rainure hémicylindrique 125 g.

La formule VIII a allumé en rainure latérale (D = 40 cm) à 1250 g (pas inflammation par 1125 g).

3. — EPREUVES D'AGREATION

Les recherches dont nous venons de donner un aperçu, permettent d'envisager l'utilisation de trois types d'explosifs :

a) les explosifs genre « S.G.P. » renfermant 15 à 23 % de chlorure sodique;
b) les explosifs brisants ne renfermant que des éléments actifs;
c) les explosifs de haute sécurité, à teneur élevée en matière inhibitrice (80 % au moins).

Ceux des types a et b doivent être utilisés avec la gaine, ceux du type c peuvent être utilisés sans gaine.

Tous seront soumis à des épreuves d'agréation en présence du grisou et des poussières charbonneuses : tirs au mortier et tirs au bloc rainuré.

A propos des tirs au bloc d'acier, la question s'est posée de savoir quelle serait la forme de la rainure.

La rainure hémicylindrique reproduit un incident que nous avons observé dans nos galeries au rocher; de plus, elle conduit à des charges limites inférieures à celles observées avec la rainure ouverte à 90°.

Celle-ci par contre résiste mieux à l'action érosive des charges, elle se déforme moins à l'usage et donne par là même des résultats plus constants que la rainure hémicylindrique.

En fait, la rainure ouverte à 90° avec congé de 18 mm suffit pour la vérification de la gaine de sûreté.

Nous avons constaté en effet que l'inflammation du grisou par des charges tirées dans des angles au rocher nécessitait des poids d'explosif bien supérieurs aux charges-limites observées au bloc rainuré.

Nous avons donc fixé comme suit les conditions auxquelles devront satisfaire les trois types d'explosifs.

Tirs au mortier. Sans bourrage et avec l'amorçage antérieur, les explosifs S.G.P. sans gaine et les explosifs brisants avec gaine n'allumeront pas à la charge de 1000 grammes.

Tirs en rainure normale (rainure ouverte à 90° avec congé de 18 mm tournée vers le haut).

Les explosifs S.G.P. gainés et les explosifs brisants gainés n'allumeront pas à la charge de 1500 grammes.

Tir en rainure latérale (rainure ouverte à 90° avec congé de 18 mm).

Les explosifs de haute sécurité n'allumeront pas à la charge de 1500 g, la distance de la rainure à la paroi de la galerie étant de 40 cm.

4. — ESSAIS DIVERS

Agréation de deux explosifs S.G.P. gainés. Ces deux explosifs sont la Nitroboncellite et la Sabulite antigrisouteuse B IV.

Le premier est en fait la Nitrocooppalite agréée (à 10 % de nitroglycérine et 23 % de chlorure sodique), mais pourvue d'une gaine au chlorure sodique.

Le second présente la composition suivante :

Nitrate ammonique	65.2
Perchlorate de potasse	0.3
Trinitrotoluène	14.0
Trinitronaphtaline	2.0
Farine de bois	1.5
Chlorure sodique	17.0

La gaine pesant 150 g est faite de bicarbonate et de chlorure de soude en parties égales.

Ces explosifs gainés ont été soumis à l'épreuve du tir d'angle. En rainure normale et à la charge de 1500 g, ils n'ont allumé ni le grisou, ni les poussières charbonneuses.

Etude d'une cheddite gainée. Cet explosif fabriqué par les Poudreries Réunies de Belgique était destiné aux mines du Congo belge; il devait être de sûreté vis-à-vis des poussières d'un charbon à 31,6 % de matières volatiles et 25,9 % de cendres.

Malgré la teneur élevée en cendres, ces poussières, pourvu qu'elles soient suffisamment fines (76,4 % traversant le tamis de 6400 mailles), sont inflammables. En mélange avec 40 % de craie fine, elles donnent une flamme de 7,50 m de longueur lorsqu'elles sont mises en suspension devant un mortier d'acier dans lequel détonent 3 cartouches de dynamite n° III (sans bourrage, amorçage antérieur).

Avec 50 % de craie, il n'y a plus inflammation.

Les poussières amenées au degré de finesse indiqué précédemment ont été utilisées pour l'essai de l'explosif.

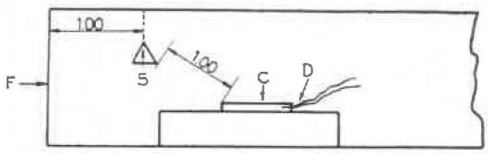


Fig. 4.

Plusieurs formules pourvues de gaines de genres divers ont été expérimentées au bloc rainuré sans donner de résultats satisfaisants; certaines ont allumé les poussières à la charge de 600 g (tirs au bloc rainuré).

La dernière formule, à laquelle le fabricant s'est arrêté et dont la sécurité a été reconnue suffisante, avait une gaine ternaire de 5 mm d'épaisseur pesant 80 g (pour 100 g d'explosif).

L'efficacité de la gaine a été vérifiée par des tirs au bloc rainuré (rainure normale) et des tirs au mortier de 40 mm.

Pour les premiers, la disposition de la galerie était celle représentée à la figure 4.

Les poussières (1,5 kg) se trouvaient dans un sac de papier S renfermant en outre une cartouche d'explosif S.G.P. non gainée amorcée d'un détonateur instantané. Le sac était suspendu à 1 mètre du fond de la galerie et à la même distance de l'extrémité de la charge C de Cheddite gainée, amorcée d'un détonateur D à temps 2 (détonateur à long retard).

Pour les tirs au mortier, le sac de poussières était suspendu encore à 1 m du fond et la charge était placée à 5 cm de l'orifice du mortier.

Comme pour les expériences précédentes, le sac explosait 1 seconde avant la charge.

Il n'y a pas eu inflammation par 12 cartouches, ni au bloc rainuré, ni au mortier avec les deux modes d'amorçage antérieur et postérieur.

Il est intéressant de rapprocher de ces résultats, ceux obtenus avec un charbon du Levant de Flénu, de teneur à peu près égale en matières volatiles, mais renfermant moins de cendres et passant entièrement le tamis à 6400 mailles.

Nous avons eu alors :

Tirs d'angle : 4 cartouches : pas inflammation,
5 et 6 cartouches : inflammation.

Tirs au mortier de 40 mm : 5 cartouches avec amorçage antérieur : inflammation.

Inflammabilité des poussières charbonneuses.

Ces poussières prélevées dans des voies de chantier d'un charbonnage du Borinage présentaient les caractères suivants :

	Granulométrie passant le tamis de 6400 mailles.	Matières volatiles	Cendres
1	73,7	23,0	28,2
2	48,0	21,2	43,2

Les essais ont été effectués de la manière suivante : Les poussières se trouvaient dans deux sacs de papier (1,5 kg par sac), suspendus à 1,50 m et à 5,00 m de la bouche du mortier, dans lequel se trouvait une charge de trois cartouches de dynamite-gomme.

Les sacs renfermaient chacun une cartouche d'explosif S.G.P. qui explosait une seconde avant la charge au mortier.

Les deux échantillons ont donné, dans ces conditions, des flammes s'étendant sur une vingtaine de mètres.

Nous avons estimé que ces poussières devaient être neutralisées.

Essais d'un cordeau détonant. Ce cordeau du type souple, de provenance étrangère, étant parfois utilisé dans les puits en fonçage, nous avons jugé intéressant d'examiner quelle serait son action sur une atmosphère grisouteuse.

La vitesse de détonation est de 6550 mètres/seconde.

Le cordeau pourvu ou non de cordeaux secondaires a été tiré suspendu dans la galerie expérimentale renfermant un mélange grisouteux à 8,5 — 9,5 % de méthane. Pour chaque essai, le détonateur d'amorçage (origine du cordeau) se trouvait à l'extérieur de la galerie; l'inflammation, si elle se produisait, ne pouvait ainsi être imputée qu'au cordeau lui-même.

1) Un cordeau simple (sans cordeau secondaire) est suspendu dans la galerie; on fait varier la longueur déployée dans le grisou.

a) l'extrémité libre (ou bout terminal) se trouve dans le grisou.
Il n'y a pas inflammation par 5 m de cordeau, mais bien par 10 m;

b) l'extrémité libre se trouve à l'extérieur de la galerie.
Il n'y a pas inflammation par 10 m, mais bien par 20 m de cordeau.

2) Le cordeau porte maintenant fixées par des ficelles des dérivations ou bouts de cordeau dont les bouts terminaux se trouvent dans le grisou.

a) avec 4 dérivations, le bout terminal du cordeau principal de 5 m se trouvant dans le grisou, il n'y a pas inflammation;

b) avec 8 dérivations, les deux extrémités du cordeau principal de 10 m se trouvant en dehors du grisou, il y a inflammation;

c) avec 6 dérivations, toutes autres conditions restant les mêmes que celles de l'essais précédent, il n'y a pas inflammation.

Comme on le voit, le phénomène de l'inflammation est extrêmement complexe; celle-ci dépend en effet de la longueur totale du cordeau et du nombre de bouts terminaux se trouvant dans le grisou.

Dans un tir réel, toutes les extrémités des cordeaux sont coiffées de détonateurs lesquels, à l'exception du détonateur d'amorçage, se trouvent dans des charges et par conséquent isolés de l'atmosphère ambiante.

Mais même lorsque toutes les extrémités indistinctement sont en dehors du grisou, une longueur totale de cordeau comprise entre 10 et 20 m suffit pour qu'il y ait inflammation. (Cas de l'expérience 1 b).

5. — TIR A TEMPS AU ROCHER

Nous avons poursuivi notre étude du tir à temps au rocher avec les détonateurs à court retard de la D.A.G.

a) Tirs en grisou.

158 tirs ont été effectués en présence du grisou chacun d'eux comportant, soit deux mines pour les coups de bosseyement, soit quatre mines pour les coups de bouchon.

Nous avons utilisé de l'explosif brisant (Sabulite 00 ou Dynamite n° III) avec les divers modes d'amorçage (antérieur, inverse, postérieur).

Le relevé des tirs, ainsi que les constatations auxquelles ils ont donné lieu, font l'objet du tableau III.

Le décalage des explosions dans le temps y est noté par l'écart entre les numéros des détonateurs.

Les tirs de bosseyement sont réunis dans le tableau IV.

Ces essais confirment les conclusions tirées de ceux effectués antérieurement :

Il n'y a pas inflammation par amputation des charges, lorsque l'écart entre les explosions est au maximum :

— de 3, soit en moyenne 105 millisecondes pour les tirs en schiste;
— de 2, soit en moyenne 70 millisecondes pour les tirs en grès.

b) Photographie des tirs.

Pour saisir le mécanisme de l'amputation, nous avons photographié le tir de charges amorcées de détonateurs à court retard, à temps d'explosion différés.

Nous avons d'abord effectué 48 tirs en l'absence de grisou; un appareil photographique se trouvait, objectif ouvert, à 4,30 m du front.

Les deux fourneaux étaient chargés de Dynamite n° III, avec amorçage antérieur et bourrage de 30 à 40 cm d'argile.

L'écart entre les départs des charges a été de :

4 pour 30 tirs
5 pour 14 tirs
6 pour 3 tirs
7 pour 1 tir.

TABLEAU III.

Explosif	Amorçage	Ecart entre les explosions	Nombre de tirs	Nombre de amputations	Nombre de inflammations
		Tirs de bosseyement en schiste			
Sabulite	inverse	3	6	4	—
id.	id.	4	14	9	I par la cartouche amorce
id.	id.	5	8	4	I par le détonateur
Dynamite	inverse	2	3	—	—
id.	id.	3	27	13	—
id.	id.	4	8	2	—
id.	postérieur	3	15	3	—
id.	id.	4	9	2	—
		Tirs de bosseyement en grès			
Sabulite	inverse	3	1	—	—
Dynamite	id.	2	5	2	—
id.	id.	3	9	5	I par la cartouche amorce
id.	postérieur	2	29	3	—
id.	id.	3	10	2	I par la charge complète
		Tirs de bouchon en schiste			
Sabulite	inverse	3	1	—	—
id.	id.	4	2	2	—
Dynamite	antérieur	3	1	—	—
id.	id.	4	2	—	—
id.	inverse	2	1	—	—
id.	id.	3	3	—	—
id.	id.	4	2	—	—
id.	postérieur	3	2	—	—

TABLEAU IV.

Nature du terrain	Ecart entre les explosions	Nombre de tirs	Nombre de amputations	Nombre de inflammations
schiste	2	3	—	—
id.	3	48	20	—
id.	4	31	13	1
id.	5	8	4	1
grès	2	34	5	—
id.	3	20	7	2

Voici en résumé ce que nous avons observé.

Aucun des tirs effectués dans le schiste n'a donné de flamme sur le cliché.

Pour les trous forés dans le grès, il n'y a enregistrement de la flamme que s'il y a amputation de la seconde charge; mais toute amputation ne donne pas lieu nécessairement à une flamme enregistrable.

Ceci est à rapprocher des résultats des tirs en grisou; il n'y a inflammation que s'il y a amputation, mais l'amputation ne cause pas toujours l'inflammation.

Les photos 17, 18, 47, 48 reproduites ci-après sont relatives aux tirs 1259 et 1274.

Lors du premier tir, la charge amputée a explosé à une certaine distance de sa position initiale.

Dans les deux cas, les pierres projetées sont éclairées par la charge de la mine amputée.

Quelques tirs ont été exécutés ensuite en présence du grisou avec un explosif brisant allemand, l'Ammon Gelit 2.

Les photos 127, 128, 129 et 130 ont été prises dans ces conditions (tirs 1332 et 1333).

Sur les photos avant tir (127 et 129), les trous sont repérés par des cercles de couleur blanche.

Les amputations donnent lieu à des flammes analogues à celles enregistrées lors des tirs précédents.

Il est remarquable que des flammes aussi développées n'aient pas allumé le grisou.

Photo 17

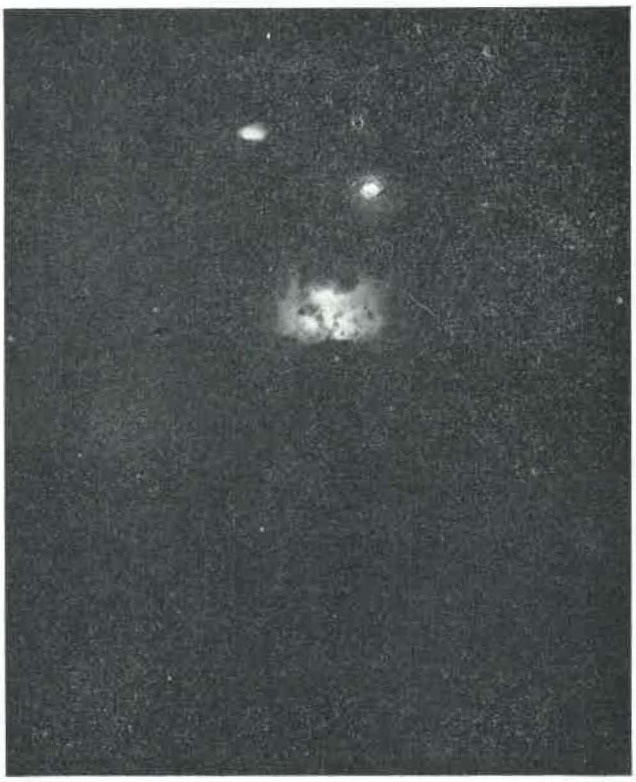


Photo 18

Tir 1259 — Photos 17-18.

La photo 17 représente le front avant le tir; les deux fourneaux distants de 50 cm sont forés dans le grès; ils sont entourés d'un cercle de couleur blanche.

Les charges sont :

— Fourneau de gauche 4 cartouches détonateur n° 4.
— Fourneau de droite 3 cartouches détonateur n° 9.

Le tir est représenté à la photo 18. Les deux fourneaux sont repérés par les flammes de deux détonateurs instantanés introduits dans le circuit d'allumage et explosant avant les charges.

Le fourneau de droite est amputé; seule la cartouche amorce explose dans les pierres à 50 cm de sa position initiale.

Photo 47.

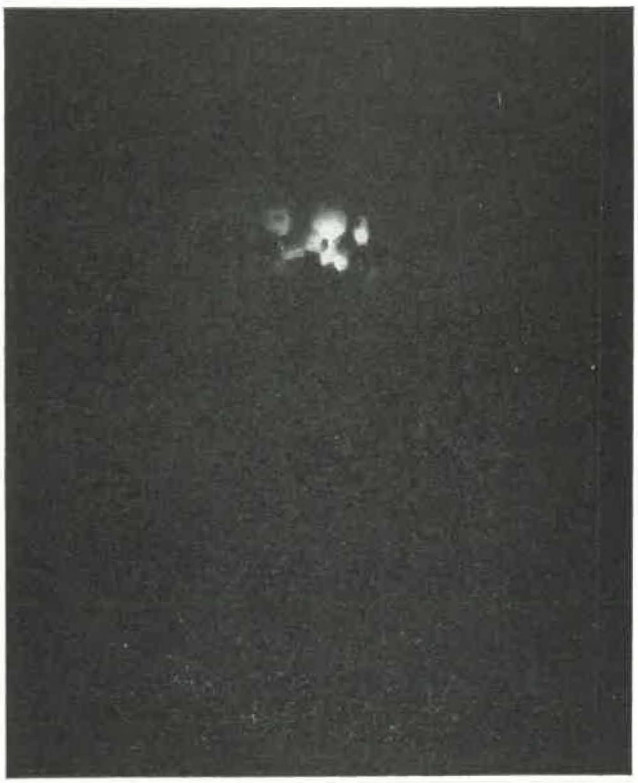


Photo 48.

Tir 1274 — Photos 47-48.

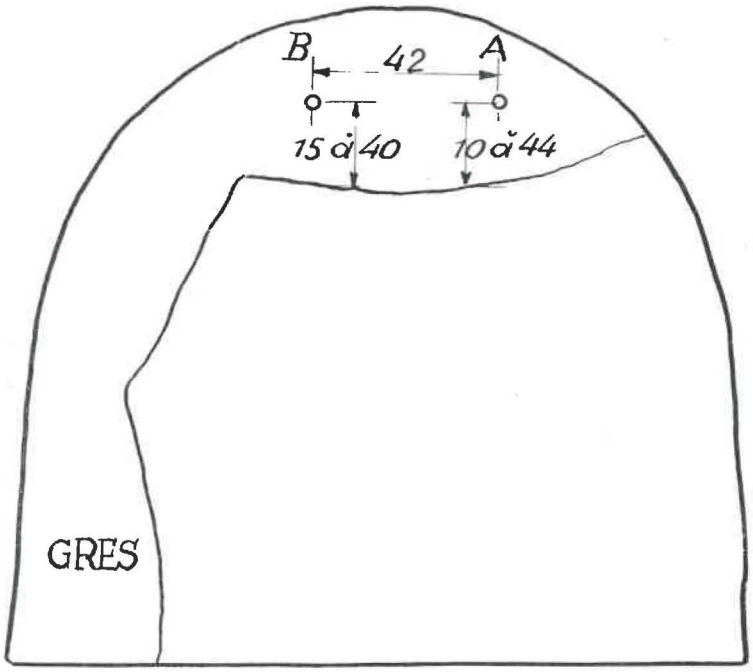
Photo 47. Deux fourneaux distants de 50 cm en grès chargés de 3 cartouches. Le fourneau inférieur est pourvu d'un détonateur n° 3 et le fourneau supérieur d'un détonateur n° 7.

Photo 48. Le fourneau supérieur a été amputé; la charge explose dans les pierres à l'emplacement du fourneau.

Une cartouche a été retrouvée dans les déblais.

Photo 127.

Photo 128.



Tir 1332 — Photos 127 et 128.

La photo 127 et le croquis représentent le front avant le tir.
Les fourneaux profonds de 85-90 cm sont chargés de 4 cartouches d'Ammon-Gelit 2.
Amorçage antérieur — Bourrage d'argile 36 cm.
Détonateurs court retard : n° 2 pour le fourneau A; n° 8 pour le fourneau B.
Teneur en méthane 9,5 % — Pas inflammation.

Le fourneau B a été amputé; seule la cartouche amorce a explosé.
Photo 128. La flamme se trouve en dessous et à gauche du fourneau B.

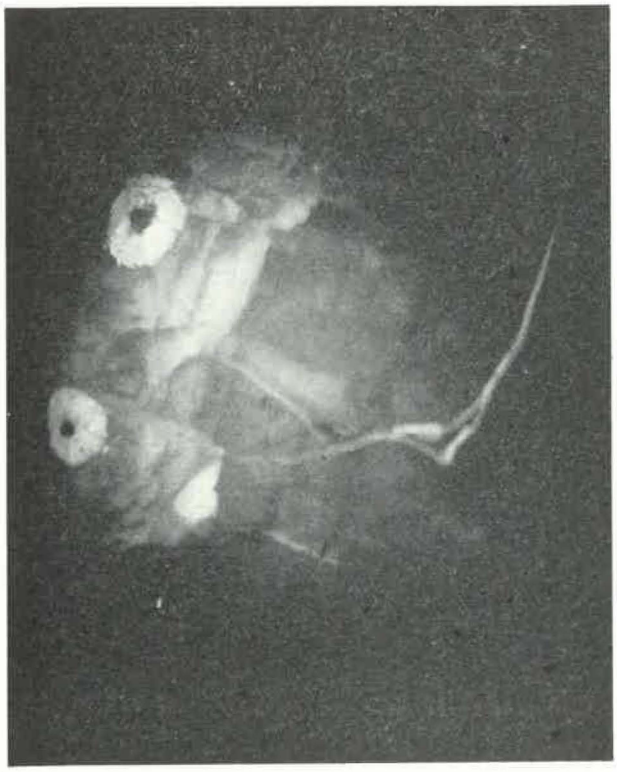


Photo 129.

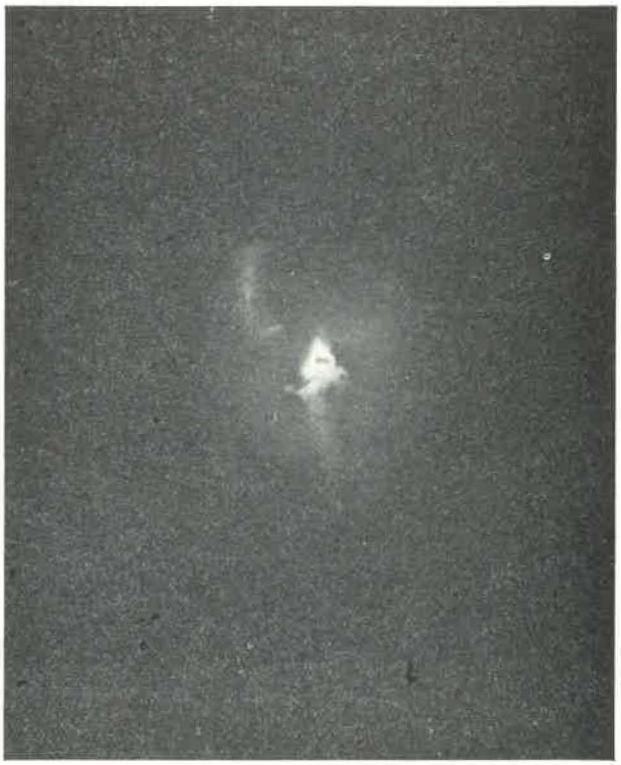
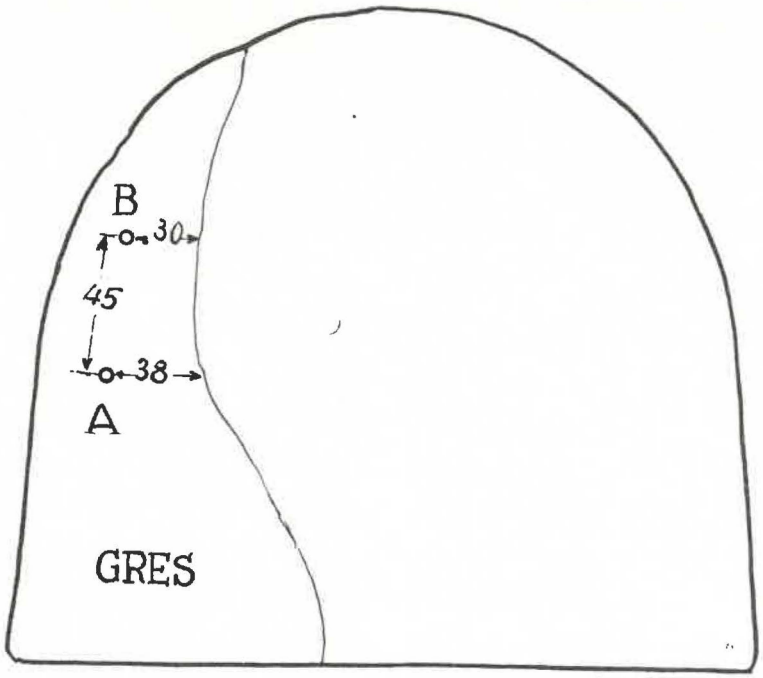


Photo 130.



Tir 1333 — Photos 129 et 130.

La photo 129 et le croquis représentent le front avant le tir.
Les fourneaux profonds de 85 et 95 cm sont chargés de 4 cartouches d'Ammon-Gelit.
Amorçage antérieur — bourrage d'argile 38 cm.
Détonateurs court retard : n° 0 pour le fourneau A; n° 8 pour le fourneau B.
Teneur en méthane 10 % — Pas inflammation.

Le fourneau B a été amputé.
Photo 130. La flamme se trouve en dessous et à droite du fourneau B.

II. — DETONATEURS ET EXPLOSEURS

Détonateurs à court retard.

Deux types ont été soumis aux essais de régularité par la méthode photographique.

a) Détonateurs de la D.A.G. dont la gamme complète comporte 19 étages numérotés 0, 1, ... 18 avec un écart moyen entre les départs de 32,4 millisecondes.

b) Détonateurs I.C.I. à 9 étages numérotés 0, 1, ... 8 avec un écart moyen de 31,5 millisecondes.

Ces deux fabrications ont été agréées par la Direction générale des Mines.

Exploseurs.

Pour supprimer le risque d'inflammation par étincelles jaillissant dans le circuit de tir postérieurement à l'explosion des charges, la Station de Liévin a proposé jadis de limiter à 30 millisecondes la durée du débit des exploseurs.

A l'aide de relais inscripteurs insérés dans la ligne, Taffanel et ses collaborateurs avaient constaté en effet que des contacts pouvaient se produire entre les conducteurs à partir de 30 millisecondes après le départ du détonateur.

Nous avons jugé utile de reprendre cette étude en utilisant un oscillographe.

Des enregistrements effectués lors de tirs au Bois de Colfontaine, il ressort que des rétablissements du courant d'allumage peuvent se produire dans des délais plus courts que ceux observés par les expérimentateurs de Liévin, soit de 3,2 à 34 millisecondes après l'interruption du courant d'allumage.

Nous avons enregistré notamment des rétablissements causés dans des délais de 4 et 20 ms, par le sectionnement de la ligne et des fils du détonateur, contre les cadres de soutènement (cadres métalliques).

Dans les deux cas, la ligne était faite de fils isolés suspendus au soutènement. Dans le premier cas, les fils se trouvaient à 20 cm l'un de l'autre et les connexions terminales étaient couvertes de toile isolante. Dans le second cas, la distance entre les fils était de 1 m mais les connexions terminales n'étaient pas isolées.

On pourrait donc améliorer encore la sécurité du tir en réduisant la durée du passage du courant dans la mesure permise par la sensibilité des amorces au courant d'allumage.

Or, les essais que nous avons effectués jusqu'ici sur les détonateurs utilisés en Belgique montrent que cette durée peut être abaissée à 4 millisecondes sans qu'il en résulte cependant des ratés d'allumage.

Cette limitation est réalisée dans trois exploseurs Schaffler qui nous ont été présentés par les Poudreries Réunies de Belgique : le type D.K.M.S.K. à commande manuelle, les types A.B.F.G.S.K. et A.B.F.A.S.K. à commande par ressort.

Ces machines comportent une génératrice à courant continu à excitation compound, à collecteur et balais.

Toutes trois ont été agréées par la Direction générale des Mines.

III. — ETUDES DIVERSES

Grisoumètre Ringrose.

Les parties essentielles de cet appareil sont :

1) une chambre poreuse dans laquelle l'air grisouteux pénètre par diffusion et brûle au contact d'un filament incandescent.

2) une capsule en métal léger élastique dont l'intérieur est en communication avec la précédente.

La dépression résultant de la combustion du méthane contracte la capsule et, par un système de contacts, ferme le circuit d'alimentation d'une ampoule électrique d'alarme.

Le tout est monté sur une lampe électrique portative à accumulateur (2 volts).

Il nous a été demandé de régler l'appareil de telle sorte que l'allumage et l'extinction se produisent pour 1 % de méthane.

Nous n'avons pu réaliser un réglage aussi précis à cause de la course absolument trop réduite des contacts.

Lorsque l'ampoule s'allumait pour 1,14 % de méthane, il fallait pour produire l'extinction réduire la teneur à 0,5 %.

Grisoumètre Riken du Professeur Tuzy.

Cet appareil est en fait un interferomètre. Le rayon lumineux fourni par une ampoule alimentée par une pile de poche, se dédouble à la traversée d'un prisme. Des deux rayons réfractés, l'un traverse une chambre renfermant de l'air pur, l'autre une chambre dans laquelle l'air grisouteux est introduit par une poire en caoutchouc.

Ayant parcouru des chemins optiques différents, les deux rayons se recombinent en formant des franges d'interférence dont le déplacement est proportionnel à la teneur en méthane. Cet appareil a été expérimenté en laboratoire, dans une cuve à grisou et dans un chantier grisouteux.

Cet appareil est précis et d'un emploi très commode.

Appareil Dräger type 170/400.

Cet appareil est réalisé d'après les mêmes principes que ceux à circuit fermé de la même firme; il comporte donc comme parties essentielles : une bonbonne à oxygène avec détendeur et soupape automatique, une cartouche absorbante, un sac respiratoire et des tuyaux de caoutchouc pour arrivée de l'air régénéré à la bouche du porteur et pour évacuation de l'air expiré.

L'apport normal d'oxygène est réglé uniquement par les mouvements du sac respiratoire (il n'y a donc plus comme antérieurement, une arrivée constante d'oxygène).

Le perfectionnement le plus important est la pompe de purge à membrane actionnée par la pression variable d'oxygène qui règne en aval du débit automatique. Cette pompe aspire une fraction de l'air du circuit respiratoire et l'expulse à l'extérieur empêchant ainsi un accroissement dangereux de la teneur en azote. La bonbonne a une capacité de 2 litres et peut recevoir de l'oxygène à la pression de 200 atm, soit une provision de 400 litres environ.

Le poids de l'appareil en ordre de marche est de 19,2 kg.

Suivant le constructeur, les essais de durée dans le fond ont pu être poussés jusqu'à 5 à 7 heures de travail et jusqu'à 18 heures de plein repos.

Nous avons vérifié le fonctionnement de l'appareil en le faisant porter par des sauveteurs de la Station de Sauvetage de Frameries qui ont effectué ainsi les exercices habituels d'entraînement : marche en terrain plat, montées et descentes d'un plan incliné, d'une échelle verticale.

Au cours des essais, nous avons prélevé pour analyse des échantillons de l'air régénéré; nous avons mesuré la température et la dépression régnant dans le tuyau d'amenée d'air au porteur. Enfin, par des pesées de la bonbonne, nous avons établi la consommation d'oxygène.

Nous avons fait quatre essais qui ont duré respectivement : 1 h. 30, 2 h. 33, 4 h. 38, 4 h. 34.

Sauf pour le premier essai (un sauveteur) l'appareil a été porté successivement par deux sauveteurs.

Voici en résumé les résultats des mesures effectuées :

— Teneur maximum en anhydride carbonique 0,11 %.
— Teneurs en oxygène et en azote, respectivement supérieure et inférieure à celle de l'air pur.
— Ecart entre les températures de l'air inspiré et de l'atmosphère ambiante : 14° maximum (après un exercice violent).
— Dépression maximum dans le tuyau d'inspiration 18 mm d'eau.
— Consommation d'oxygène : 1,2 litre par minute. (Les appareils anciens consomment 2 litres par minute).

L'appareil a été agréé par la Direction générale des Mines.

IV. — RECHERCHES DEMANDEES PAR L'ADMINISTRATION DES MINES

Ces recherches ont généralement pour objet les accidents; leur but est d'éclairer l'Administration des Mines dans la détermination des causes de ces accidents et dans l'établissement des mesures propres à en éviter le retour.

Nous avons été amenés ainsi à examiner des appareils électriques des lampes portatives (à flamme et électriques) des échantillons de poussières, des turbos ventilateurs.

Parmi ces recherches, la plus importante se rapportait à la sécurité des locomotives Diesel; nous donnons ci-après en un paragraphe distinct le compte rendu des essais effectués sur une machine de ce genre.

Recherches sur une locomotive Diesel. Dans notre Rapport sur les travaux de 1952 nous avons relaté les résultats négatifs enregistrés avec une locomotive de 30 H.P., à deux cylindres, fonctionnant en atmosphère grisouteuse et dont on avait, par des artifices divers, facilité l'explosion des joints de culasse.

Nous avons repris ces expériences sur une machine à 4 cylindres de 60 H.P., tournant à 1200 tours/minute.

Comme précédemment, nous avons, avant chaque essai, pratiqué des amorces de rupture dans les joints constitués par deux feuilles d'amiante alternant avec trois feuilles métalliques (deux de cuivre et une de fer).

Ces amorces se trouvaient aux côtés se faisant face des cylindres n° 1 et 2 ou n° 2 et 3 (à noter que les cylindres étaient pourvus de culasses distinctes de forme carrée).

De plus, lorsque le moteur avait atteint sa température de régime, on desserrait légèrement les boulons des culasses et, pour faciliter l'arrivée du mélange inflammable sur les joints avariés, on enlevait le couvercle qui, en service normal, cachait les leviers culbuteurs commandant les soupapes.

Après quelques minutes de fonctionnement en atmosphère grisouteuse (3 à 15 minutes), un ou deux joints explosaient à l'endroit des amorces de rupture et sur 4 à 5 mm de la périphérie.

Quatre essais ont donné lieu à cet incident et le moteur a pu fonctionner avec des joints avariés pendant 2 h. 30 sans allumer le grisou. Lors d'un cinquième essai, la destruction du joint s'est produite sur 5 mm au cylindre n° 2 après 24 minutes de fonctionnement et l'explosion du grisou a suivi à trente secondes d'intervalle.

Tous ces essais montrent dans l'ensemble que la sécurité de fonctionnement d'une locomotive Diesel ne peut être mise en péril que moyennant une négligence extrêmement grave dans l'assemblage des culasses.

Nous avons fait également des essais sur l'inflammabilité des vapeurs de gaz-oil.

Enfin, nous avons sollicité la collaboration du Laboratoire de Mécanique de l'Université de Louvain (Professeur Coppens) pour déterminer la pression d'explosion se produisant dans un moteur Diesel alimenté en air grisouteux.

Voici les résultats des mesures effectuées à l'aide d'un quartz piézo-électrique placé sur le cylindre.

Teneur en méthane de l'air aspiré	Pression d'explosion en kg/cm²
0 %	82
1,9 %	92
3,6 %	102
4,4 %	108
6,0 %	116
9,5 %	123
10,75 %	114

V. — RECHERCHES DEMANDEES PAR LES CHARBONNAGES ET PAR LES CONSTRUCTEURS

1) Epreuve de résistance au choc et à l'échauffement de verres pour lampes à flamme prélevés dans les charbonnages.
2) Epreuve de résistance au choc sur des verres pour lampes au casque.
3) Epreuve en atmosphère grisouteuse de lampes à benzine venant d'un charbonnage.
4) Mesure de l'intensité et de la durée de débit d'exploseurs venant de charbonnages.
5) Etude d'un liquide isolant destiné à remplacer l'huile dans les transformateurs. Ce liquide soumis à l'arc électrique donne un mélange gazeux non inflammable.
6) Essais d'un bronze destiné à la construction d'un ventilateur souterrain.
7) Essais de deux empilages pour les installations de dégazage raccordées à des chaufferies.

Ces empilages sont constitués par des lamelles de 50 mm de largeur écartées de :

0,3 à 0,5 mm pour l'un
0,5 à 0,6 mm pour l'autre.

Nous les avons d'abord éprouvés sur une canalisation en tuyaux de fonte de 23 cm de diamètre et de 9 m environ de longueur, dont l'une des extrémités était fermée par une plaque portant une bougie d'allumage.

Les empilages placés à 6 m du point d'allumage ont résisté au choc de l'explosion et empêché la propagation de la flamme vers l'aval.

Cependant, lorsque le mélange en combustion est étranglé par un diaphragme (tôle percée d'une ouverture circulaire de 60 ou 80 mm de diamètre), il se produit une surpression capable de déformer les lamelles.

De cette constatation, on doit conclure, semble-t-il, qu'il est contre-indiqué de placer une vanne d'arrêt entre l'empilage et le point présumé d'inflammation, c'est-à-dire en l'occurrence, entre la chaufferie et l'empilage.

Nous avons utilisé ensuite une canalisation en tôle d'acier soudée de 250 mm de diamètre et 120 m de longueur.

L'empilage de 0,3 — 0,5 mm placé à 84 m du point d'allumage n'a pas résisté à l'explosion (à noter qu'il n'y avait pas de diaphragme).

Nous avons placé ensuite l'empilage à 24 m du fond et allumé le mélange, soit au fond fermé, soit près de l'empilage.

Dans ces conditions, les deux empilages résistent à l'explosion et empêchent la propagation.

Avec un empilage réalisé par nos propres moyens, à l'écartement de 0,8 mm, nous avons sur 15 essais effectués avec l'allumage près du fond, enregistré une traversée.

L'empilage à 0,5 — 0,6 mm d'écartement convient donc pour protéger une installation de dégazage à condition d'être placé sans interposition de vanne près de la chaudière, soit à 20 m environ.

VI. — LUTTE CONTRE LES POUSSIERES (Hygiène)

Classement des chantiers. — Ce classement a donné lieu à l'examen de 3.360 échantillons d'air poussiéreux, soit 3.000 au densitomètre et 360 au conimètre.

Essais de masques antipoussières. — A la demande des Ministères du Travail et de l'Intérieur, nous avons examiné 11 masques antipoussières dont nous avons déterminé la capacité de rétention.

VII. — TRAVAUX DU LABORATOIRE DE CHIMIE

Le laboratoire de chimie a effectué les travaux suivants :

— Analyse d'échantillons d'air du fond pour détermination de l'oxyde de carbone (29), de l'anhydride carbonique (9), de l'hydrogène sulfuré (1).
— Détermination du taux de neutralisation de poussières du fond (80).
— Analyse de 5 échantillons de charbon.
— Analyse de 9 échantillons provenant de sondage.
— Détermination des points d'inflammation et de combustion de deux échantillons d'huile.

— Détermination de la teneur en méthane de 46 échantillons d'air du fond envoyés par les charbonnages.

— Détermination de la teneur en méthane de 3658 échantillons d'air grisouteux prélevés par l'Administration des Mines.

Au tableau V, nous donnons un relevé des analyses grisoumétriques effectuées pour les Services d'arrondissement au cours des trois derniers exercices.

Les échantillons (3658) analysés en 1953 font l'objet du tableau VI dans lequel ils sont répartis par catégorie, division et teneur en méthane.

TABLEAU V.

Nombre de prélèvements analysés

Division	1951	1952	1953
Borinage Centre	1017	927	2649
Charleroi Namur	438	347	631
Liège	153	185	269
Campine	81	29	109
	1689	1488	3658

TABLEAU VI.

Classement par catégorie, division et teneur en méthane.

Catégorie	Division	Répartition suivant la teneur en méthane.				
		0 à 0,5 %	0,5 à 1 %	1 à 2 %	+ 2 %	Totaux
1re	Borinage - Centre ...	160	23	50	23	256
	Charleroi - Namur ...	192	22	10	1	225
	Liège	88	23	6	1	118
	Campine	64	24	15	6	109
	Totaux :	504	92	81	31	708
2me	Borinage - Centre ...	111	81	180	190	562
	Charleroi - Namur ...	171	52	48	11	282
	Liège	101	29	13	8	151
	Campine	—	—	—	—	—
	Totaux :	383	162	241	209	995
3me	Borinage - Centre ...	180	270	485	896	1831
	Charleroi - Namur ...	55	31	34	4	124
	Liège	—	—	—	—	—
	Campine	—	—	—	—	—
	Totaux :	235	301	519	900	1955

VIII. — RENSEIGNEMENTS DIVERS

Propagande de la sécurité.

Vingt neuf visites éducatives réunissant au total 655 participants ont été organisées pour les élèves des Universités, des Ecoles Industrielles et pour les Membres des Conseils d'entreprises de plusieurs charbonnages.

Appareils électriques et autres agréés.

Au cours de l'exercice 1953, nous avons examiné pour agréation les appareils suivants :

Haveuses électriques	1
Moteurs électriques	14
Appareils électriques divers	16

Matériel d'éclairage électrique (par réseau) ...	10
Appareils électriques de signalisation	3
Ventilateurs électriques	6
Locomotive Diesel	1
Lampes électriques portatives	6
Cuirasse pour lampe à flamme	1
Exploseurs	3
Ohmmètre	1
Tuyaux de caoutchouc (antistatique)	2

L'étude de ce matériel a conduit à 62 décisions d'agréation.

Deux appareils : un coffret pour disjoncteur et une armature pour éclairage par tube fluorescent, ont été refusés pour résistance mécanique insuffisante révélée par l'épreuve en atmosphère grisouteuse.

Il a été procédé également à l'étude de modifications apportées à des appareils déjà agréés, étude qui a donné lieu à 52 avenants à des décisions d'agréation.

IX. — RECHERCHES SUR L'INFLAMMATION DES MELANGES DE METHANE ET D'OXYGENE (OU AIR)

1 Introduction.

Il a déjà été signalé dans les rapports antérieurs que l'inflammation spontanée des mélanges méthane-oxygène ou méthane-air provoquée par introduction rapide dans un récipient chaud ressort, suivant les conditions expérimentales (température, pression totale, composition du mélange), de deux processus bien distincts.

L'un d'eux observé uniquement à basse pression et pour les mélanges dont la teneur en oxygène est supérieure à 60 %, est dû à l'accumulation d'oxyde de carbone provenant de la combustion lente du méthane. Dans ce cas, l'inflammation ne se produit qu'après une période d'induction considérable (20 minutes à 2 heures) lorsque la presque totalité du méthane est brûlée en oxyde de carbone; il s'agit alors d'une inflammation de ce gaz.

L'autre processus est caractérisé par une période d'induction beaucoup plus courte, de l'ordre de quelques secondes. Il est observé à pression plus haute et l'inflammation se déclenche dans un milieu où le gaz combustible dominant est le méthane. Contrairement à ce que l'on observe dans le premier cas, l'oxydation lente précédant l'inflammation est ici assez rapide et la chaleur qu'elle dégage contribue à élever notablement la température des gaz pendant la période d'induction. De ce fait, la vitesse de réaction s'accélère de plus en plus et il arrive un moment où la chaleur dégagée devient supérieure à celle qui peut s'écouler par conduction thermique vers les parois; c'est alors que, vraisemblablement, se produit l'inflammation.

A ces deux modes d'inflammation, il faut en ajouter un troisième que nous venons d'observer tout récemment. Celui-ci est caractérisé par l'absence de période d'induction ou tout au moins par une période d'induction inférieure à celle que nous permet d'observer notre technique expérimentale, c'est-à-dire 1/5 de seconde. Il convient de rapprocher de cette constatation celle d'Audibert qui, dans des conditions expérimentales cependant très différentes des nôtres, signale également des inflammations se produisant sans période d'induction.

Bien que ce dernier mode d'inflammation ait déjà fait l'objet de nombreuses observations, les conditions exactes où il se produit n'ont pas encore été bien définies. Il ne pourrait donc être question d'en donner dès à présent une interprétation tant soit peu précise.

Dans ce qui suit, nous parlerons surtout du deuxième mode d'inflammation, ce dernier ayant fait l'objet principal des investigations entreprises cette année. Il sera montré que, malgré son apparente simplicité, l'inflammation est en réalité due ici à des causes plus complexes que la seule élévation de température, notamment à l'accumulation d'aldéhyde formique qui, à partir d'une certaine concentration, s'enflamme et entraîne avec lui l'inflammation de toute la masse. Cette constatation nous a amenés tout naturellement à étudier les caractères propres de l'inflammation du formaldéhyde et nous terminerons cette revue par un bref aperçu des résultats obtenus en cette matière.

2) Recherches sur le second mode d'inflammation du méthane.

L'interprétation par le processus thermique, que nous avons esquissée plus haut pour ce mode d'inflammation, serait satisfaisante si les combustions menées à pression un peu plus basse que la limite supérieure d'inflammation ne présentaient le curieux phénomène d'inhibition illustré par la figure 5, courbe (II).

On voit que la pression monte constamment et à partir d'un certain moment, avec une allure telle-

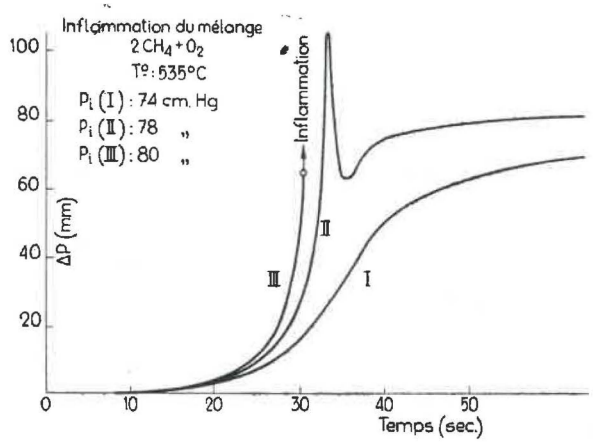


Fig. 5.

ment accélérée que, normalement le mélange devrait finir par s'enflammer. Au lieu de cela, l'accélération cesse brusquement au moment où elle atteint sa valeur la plus élevée. La réaction est stoppée et ne recommence que lorsque la pression atteint une valeur comparable à celle qu'elle avait avant la période d'accélération rapide. Il y a donc autre chose que des conditions purement thermiques à la base de l'inflammation.

Si la combustion est menée à une pression un peu plus grande que la limite supérieure d'inflammation, la nouvelle courbe (III) de pression se sépare de la précédente en un point situé avant la période d'accélération rapide. L'accélération n'est plus entravée et l'on aboutit finalement à une explosion.

Enfin, si la pression est nettement inférieure à la limite d'inflammation (I), la courbe de pression ne présente plus de maximum aigu, mais une partie légèrement arrondie.

Il nous a paru que la cause ultime de l'inflammation pourrait être trouvée si celle de l'oscillation de pression que nous venons de décrire était connue.

Comme il se forme de l'aldéhyde formique lors de l'oxydation lente et que ce composé a le pouvoir de catalyser la combustion, il était naturel de supposer que ce corps était à l'origine du phénomène étudié.

S'il en était ainsi, on devait pouvoir provoquer artificiellement des oscillations de pression en ajoutant en cours de réaction de petites quantités de formaldéhyde au mélange combustible.

On menait les combustions à une pression telle que normalement il ne se produisait pas d'oscillation, comme dans la courbe en trait plein

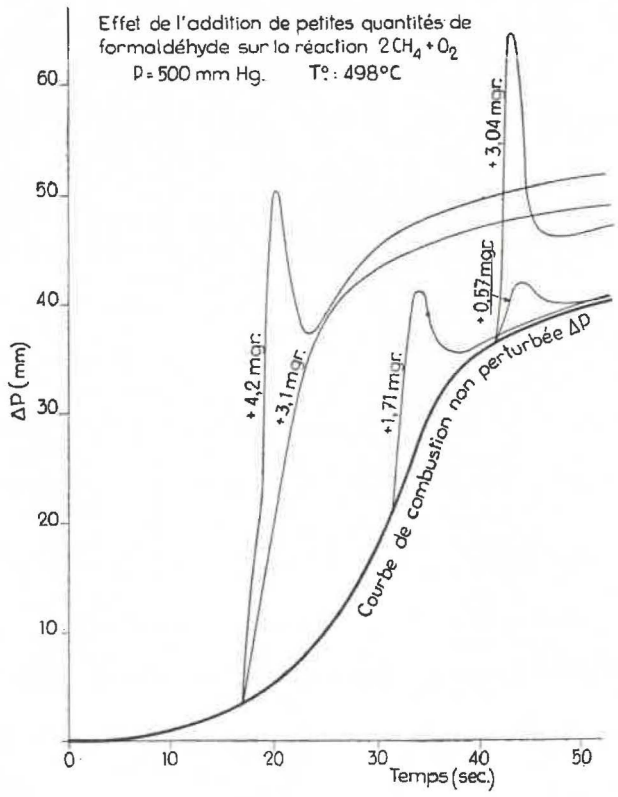


Fig. 6.

de la figure (6). Au moment voulu, on laissait tomber dans la chambre de réaction constituée par un ballon en quartz de 1 litre de capacité, une petite boule de verre mince, scellée et contenant quelques milligrammes de paraformaldéhyde (polymère solide du formaldéhyde CH_2O). Au contact de la chaleur (498°C), le polymère se décompose et la pression gazeuse ainsi développée est suffisante pour faire éclater la boule. Le formaldéhyde libéré se mélange alors très rapidement aux gaz.

Les résultats de ces expériences sont donnés par la figure 6. On constate que l'introduction de formaldéhyde provoque la formation d'oscillations en tout point semblables à celles qui se produisent normalement aux pressions un peu plus élevées sans formaldéhyde. L'effet est beaucoup plus accentué au milieu de la réaction qu'à son début.

Par exemple, une addition de 3,1 mg de paraformaldéhyde au début de la transformation ne provoque pas d'oscillation, mais supprime simplement la période d'accélération alors que 1,71 mg, ajouté au milieu de la transformation, provoque l'apparition d'un maximum aigu. Ceci est normal car, lorsque la réaction est bien en cours, il existe déjà dans le système le formaldéhyde produit normalement par la combustion alors qu'au début, celui-ci doit encore être formé. S'il faut une concentration donnée de formaldéhyde pour provoquer la formation d'une crête dans la courbe de pression, il faudra donc en ajouter moins en cours de réaction qu'au début.

Des analyses nous ont permis de constater qu'au moment où la vitesse de réaction est maximum, la concentration stationnaire de formaldéhyde dans le système non perturbé est équivalente à 6 mg environ de paraformaldéhyde, quantité petite par rapport à celle qu'il faut ajouter pour provoquer à ce moment une oscillation. Ceci montre que la combustion est extrêmement sensible à de petites variations de concentration de formaldéhyde, et il ne fait aucun doute que l'inflammation se produit au moment où, pour une raison qui reste encore obscure, la concentration d'aldéhyde formique se met à croître.

Ce dernier point est d'ailleurs confirmé par le fait que l'on peut provoquer l'inflammation en ajoutant un peu plus de formaldéhyde au mélange que les quantités renseignées à la figure 6 (voir plus haut).

Il ressort clairement des expériences précédentes que, à l'instar du premier mode d'inflammation, le second a également son origine dans un des produits de réaction de l'oxydation lente du méthane, ici l'aldéhyde formique. La molécule de méthane ne semble donc avoir ici d'autre rôle que de fournir des produits de combustion dont l'inflammation produira après coup sa propre inflammation.

La suite naturelle de cette étude nous a amenés à étudier les caractères de l'inflammaion du formaldéhyde lui-même.

3) Mécanisme d'inflammation du formaldéhyde.

Nous donnons dans ce qui suit un bref aperçu des résultats obtenus jusqu'ici.

On a d'abord déterminé les limites d'inflammation des mélanges de formaldéhyde et d'oxygène aux températures où ont été étudiées celles des mélanges de méthane et d'oxygène. La première constatation intéressante, qui ressort de ces mesures, est que la pression partielle explosive de formaldéhyde est du même ordre de grandeur que la pression partielle de formaldéhyde régnant immédiatement avant l'explosion des mélanges de méthane et d'oxygène aux mêmes températures. Cette constatation corrobore les conclusions du chapitre précédent.

L'inflammation des mélanges de formaldéhyde et d'oxygène relève d'un processus purement thermique. On a pu le montrer en enregistrant simultanément la pression et les variations de température subies par le mélange en réaction avant l'inflammation. La figure 7 donne trois de ces enregistrements obtenus aux environs immédiats du point d'inflammation. Les premières courbes (58) sont relatives à une combustion menée en dessous du point d'inflammation, les courbes (59) à la limite même d'inflammation et les courbes (54) à une pression légèrement supérieure à cette dernière.

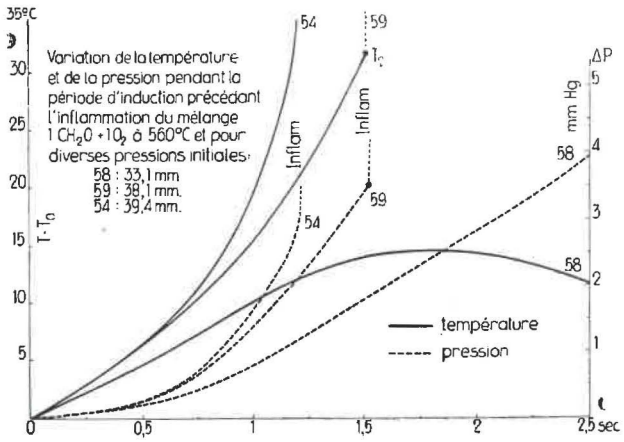


Fig. 7.

On sait qu'un intermédiaire de cette combustion est l'acide performique. Faut-il croire qu'à l'instar du méthane dont l'inflammation est causée par le formaldéhyde, celle du formaldéhyde le serait par celle du composé intermédiaire peroxydé beaucoup plus réactionnel ?

Nous ne croyons pas qu'il en est ainsi dans les conditions des expériences ici décrites, car les courbes de la figure 7 présentent, avec la théorie thermique, un accord quantitatif que ne présentent pas les mêmes courbes relatives au méthane. D'autre part, l'influence des gaz inertes sur les limites d'inflammation est, comme le prévoit cette théorie, en rapport immédiat avec leur conductivité thermique. Il faut toutefois remarquer que dans des récipients de plus grand diamètre, notamment ceux dans lesquels nous observions l'inflammation instantanée des mélanges de méthane et d'oxygène, on observe des phénomènes de luminescence que la théorie thermique est impuissante à prévoir. Il y a là des phénomènes nouveaux qui apparaissent dans des récipients de grand diamètre, phénomènes dont nous commençons seulement l'étude systématique.

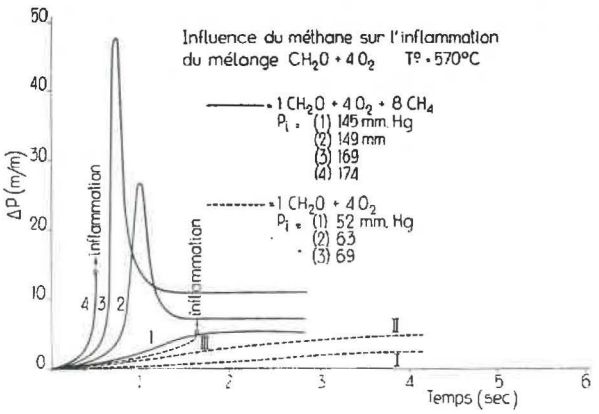


Fig. 8.

Selon les expériences décrites plus haut, l'inflammation de méthane et d'oxygène a donc lieu lorsque la quantité de formaldéhyde produite par la combustion atteint sa concentration explosive. Dans ces conditions, l'explosion résultante prend cependant naissance dans un milieu contenant, en plus de l'oxygène, une quantité importante de méthane. Pour nous rendre compte de l'influence que ce dernier corps exerce sur l'explosion des mélanges de formaldéhyde et d'oxygène, nous avons effectué une série d'expériences sur le mélange $CH_2O + 4\,O_2 + 8\,CH_4$, en augmentant progressivement la pression jusqu'à atteindre la pression limite d'explosion. On a également effectué une autre série d'expériences sur un mélange contenant les mêmes proportions relatives de formaldéhyde et d'oxygène, mais sans méthane ($CH_2O + 4\,O_2$).

Les résultats obtenus sont représentés par la figure 8. On observe tout d'abord que la pression partielle explosive de formaldéhyde n'est guère influencée par la présence du méthane. Chose assez inattendue, les courbes de pression témoignent cependant d'une interaction notable du méthane sur la marche de l'oxydation du formaldéhyde au voisinage immédiat de la limite d'inflammation. On observe en effet la formation d'une oscillation, différant cependant de celles décrites jusqu'ici par le temps beaucoup moins long qu'elle met à se développer. Il semble que le méthane joue ici l'action d'un inhibiteur tendant à étouffer dès l'origine l'explosion du formaldéhyde.

Ce fait montre encore la grande complexité du phénomène d'auto-inflammation.

Il est utile de signaler finalement que tous les phénomènes d'oscillation que nous venons de relater ici sont accompagnés de phénomènes de luminescence, ce qui tend à les rapprocher de la flamme froide bien connue, des hydrocarbures plus lourds, mais qui n'a pas encore été observée jusqu'ici pour le méthane. Signalons que Egerton, Moore et Lyn ont constaté des phénomènes analogues de luminescence par compression adiabatique des mélanges de méthane et air.

Les recherches que nous venons de résumer ici feront l'objet de deux rapports détaillés qui paraîtront, le premier, dans Fuel (1954) et l'autre dans le Bulletin de la Société Chimique de Belgique (1954).

INSTITUT NATIONAL DES MINES

Rapport sur les travaux de 1953

ANNEXE

Liste des appareils électriques et divers

agréés en 1953
sur proposition de l'Institut National des Mines.

I. — HAVEUSE.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
24-9-53	Société Electro-Industrielle, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8784	Par avenant à la décision 13E/8285 du 9-4-1952, la haveuse Eickhoff type S.E.3 peut être équipée d'un moteur de 45 kW, l'enveloppe restant conforme au plan n° M.91.1487 du document précité.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
7-1-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8572	Le coffret à 2 boutons-poussoirs, suivant plan 126.236, combiné avec prise de courant 100 A, type dR.1473, autorisée par décision 13E/8116 du 12-10-51, peut être utilisé en lieu et place de la boîte à bornes avec entrée de câble armé des moteurs types d.UOR. 683/4-1183/4 et 783/4 agréés par les décisions 13E/8422, 8421 et 8420 des 21, 22, 25-8-52 et les avenants 13E/8524, 8525 et 8523 du 26-11-52.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
5-2-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8619	Les moteurs types AFG.811-d_1 - AFG 861-d_1 et AFG 871-d_1 visés par la décision 13E/7846 du 19-1-52, peuvent être utilisés avec fourreaux d'arbre de 25 mm de longueur et 0,5 mm de jeu diamétral maximum. v/plan n° 4.030.801.
13-2-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8623	Treuil électrique Pikrose, type 2, à simple tambour, à 2 vitesses, moteur 550 V, 5,5 kW (7,5 CV) à 750 tours. 7,36 kW (10 CV) à 1.000 tours et 11 kW (15 CV) à 1500 tours, construit par les usines anglaises Austin Hopkinson Co Ltd d'Audenshaw. s/plans E.H.T.S. 2477 et B. 1053.
24-2-53	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8630	Le moteur faisant l'objet de la décision 13E/8566 du 3-12-52 se rapporte au type N.H.M. 57/60 et non N.H.M. 7-48 C.
27-3-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8652	Enveloppes types AKG. 3366 et AKG. 3368 pour moteurs asynchrones, à courant triphasé, rotor en court circuit, tensions de 110 à 1000 V, vitesse de 1500 à 3000 t/m puissances de 14,7 à 27,2 kW (± 50 %). s/plan n° 2.024.890.
1-4-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8655	Enveloppe type AKG. 609 pour moteurs AKG. 6096 et AKG. 6098, asynchrones, à courant triphasé, rotor en court-circuit, tensions de 220 à 6600 V, 750 à 1500 t/minute, puissances de 48 à 169 kW (± 50 %). s/plan n° 1.021.889.
23-4-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8668	Par avenant aux décisions 13E/7715 du 5-7-50 — 13E/7591 du 16-12-49 — 13E/8422 du 21-8-52 — 13E/8420 du 25-8-52 — 13E/8421 du 22-8-52 et 13E/8099 du 24-9-1951, relatives aux moteurs Siemens types d.UOR 773, 774, 683, 783, 1183 et 1372, il peut être fait usage d'un socket avec fiche de prise de courant Anderson Boyes, type B.S. 100 A, visés par les documents 13E/6999 du 2-4-47 et 13E/8001 du 16-6-51 dont le mode d'assemblage répond aux indications du plan n° 326.692.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
22-5-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8687	Enveloppes types AFG. 1011-d, AFG. 1061-d et AFG 1071-d pour moteurs asynchrones, à courant triphasé, rotor bobiné, tensions de 220 à 6600 V, vitesse 500 à 1500 t/m, puissance 338 à 1030 kW. s/plans n^{os} 1.021.897 - 1.020.073 et 2.024.325.
17-6-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8704	Moteur type d.U.O.R. 1283-4D. asynchrone triphasé, rotor en court-circuit 220-550 V, 50 p. 1470 t/m, 64 A, 42 kW, s/plan 026.606.
18-6-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8699	Moteur type A.T.G. 4086, forme VI - (vertical) asynchrone triphasé, rotor en court-circuit, 220-600 V, 3000 t/m, 40 kW, ± 25 %. s/plan n° 2.024.867.
17-7-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8732	Enveloppes types A.K.G. a 2968 c - 2970 c - 3356 c - 3368 c - 3370 c - 4168 c, pour moteurs asynchrones, à courant triphasé, rotor en court-circuit, 110 à 1000 V, 650 à 1500 t/m, 4,8 à 31 kW ± 50 %. s/plan 2.025.023-a.
24-7-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8739	Avenant à la décision 13E/8278 du 4 avril 1952 relative aux types AKG.a 2968, 2970, 3356, 3370 et 4168 : réduction du diamètre extérieur du flasque côté attaque. s/plan 2.025.035.
27-7-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8738	Enveloppes types AFG. 814-C/3, 864-C/3 et 874-C/3 pour moteurs asynchrones, à courant triphasé rotor en court-circuit, 220 à 6.600 V, 500 à 1500 t/m, 50 p., 90 à 370 kW ± 50 %. s/plan n° 2.025.007.
4-8-53	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8747	Moteurs asynchrones type N.H.M. 5/88, 220 à 600 V, 750 à 3000 t/m, 15 à 30 kW ± 30 %. s/plan 318.161-A.

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
6-8-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8749	Dispositif de commande automatique dénommé « Thrustor » avec moteur électrique type TKF/505, 500/550 V, 2,2 kW (3 CV) pour frein de treuil Pikrose, construit par la firme Métropolitan Vickers de Manchester, suivant plans CW. 104.745, 3069 et 3062.
5-9-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8769	Enveloppes types A.K.G. 326 C_1 — A.K.G. 336 C_1 — A.K.G. 416 C_1 et A.K.G. 514 C_1 pour moteurs asynchrones, à courant triphasé, rotor en court-circuit, 190 à 1000 V, 600 à 3600 t/m, 11 à 90 kW, avec tolérance de ± 50 %. s/plan n° 2.025.103.
17-9-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8776	Moteur asynchrone triphasé, 200 à 600 V, 50 p. 1000 t/m, 18,4 kW (25 CV) avec coffret démarreur et fiche de prise de courant destinés à la commande d'un treuil de scrapage Pikrose, type S.2.A. construit par les usines Austin Hopkinson et Co Ltd d'Audenshaw (Anglet.) s/plans nos 3068, B. 1072, B. 1073, B. 1074.
22-9-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8785	Enveloppes types A.T.G. 506 C4 - 510 C4 - 610 C4 - 710 C4 pour moteurs asynchrones à courant triphasé, rotor en court-circuit (190 à 6600 V, 3000 à 3600 t/m, 50 p. 74 à 442 kW avec tolérance ± 50 %. s/plan 1.022.065.
30-9-53	Société Nouvelle Siemens, rue des Augustins, 6, Liège.	13E/8786	Moteur type d.P.O.R. 772-2 500 V, 15 A, 10,5 kW destiné à la commande de traceuses Korfmann, s/plan n° M.91.1683.
30-11-53	Société Nouvelle Siemens, rue des Augustins, 6, Liège.	13E/8856	Moteur type d.U.P.O.R. 683-4D asynchrone triphasé, 500 V, 26 A - 1500 t/m, 16 kW destiné à la commande d'un ventilateur Z.B.L. 85/42.5 ou affecté à des usages divers, suivant plan M. 92.0602.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
6-1-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8569	Coffret de manœuvre, type C.M.4., construit par la firme Anderson Boyes de Motherwell (Angleterre). s/plans C.M.401 et C.M.402.
12-1-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8581	Sectionneur coulissant 7 kV, type A.S.C. s/plan n° 226.414.
13-1-53	S. A. Electricité Industrielle Belge, à Dison.	13E/8587	Avenant à la décision 13E/8114 du 8-10-51 visant un coffret disjoncteur : modifications de détail. v/plan 450.331-A.
13-1-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8589	Avenant aux décisions 13E/7028 du 4-8-47, 13E/7929 du 19-4-51 et 13E/7594 du 29-12-49 : utilisation des fiches Victor et Huwood 30 A pour câble souple Ø 25 mm sur les sockets montés sur les treuils de la série Pikrose, visées par les décisions 13E/7156 du 8-4-48, 13E/7284 du 26-10-48, 13E/7444 du 17-5-49, 13E/7594 du 29-12-49, 13E/7605 du 14-1-50 et 13E/8340 du 18-6-52.
14-1-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8593	Coffret de commande type S.S.3.S.I. construit par la firme « The Mining Engineering Co Ltd à Worcester (England) s/plans : S.S. 3920 - S.S. 3909 - E.F. 4901 - EF 496.
16-1-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8596	Contrôleur de bandes type d.K. 1451. s/plan 226.601.
26-2-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8632	Avenant à la décision 13E/7160 du 13 avril 1948 visant un interrupteur inverseur type S.S. 5/6 modification de détail : plan B. 1039, entrée de câble armé remplacée par socket et fiche de prise de courant BS 100 A agréés.
21-4-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8625	Avenant à la décision 13E/8349 du 18 juin 52 : modification des caractéristiques électriques du transformateur type T.S. 160 M.G.5.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
8-4-53	F. Mabille, 22, rue du Viaduc, à Bruxelles.	13E/8659	Coffret de démarrage pour disjoncteurs thermique et électromagnétique, destiné à la manœuvre et à la protection de ventilateurs électriques. v/plans 26, 27, 28.
12-5-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8676	Cuve pour transformateur à air type d.K. 452 s/6 - 6600/550 V, 200 kVA. s/plan 126.789.
12-5-53	S. A. Electricité Industrielle Belge, à Dison.	13E/8681	Pièce de raccord pour utilisation sous un angle de 60° de deux entrées de câble de type agréé. v/plan 440.997.
22-5-53	S. A. Electromécanique, 19, rue Crickx, à Bruxelles.	13E/8690	Types C.A.P. II. - C.A.P. 13 C.A.P. 14 et C.A.P. 15 d'entrée pour câble armé (Ø sur plomb du câble 8 à 65 mm) construits par les Etablissements Merlin et Gérin de Grenoble (France). s/plan C. 5838.
26-5-53	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, à Bruxelles.	13E/8682	Coffret type E.260 pour sectionneur et inverseur, haute tension jusque 6600 V, 200 A. s/plan E.133.
17-5-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8703	1) Par avenant aux décisions 13E/7852 du 18-1-51 et 13E/8278 du 4-4-52, le conduit pour masse isolante (repère 6 du plan 1.021.967) et les entrées pour câbles armés et souples (repère 1 et 4 du même plan) peuvent être utilisées en mines grisouteuses, aussi bien pour le raccordement des moteurs que pour tout autre appareil électrique agréé. - 2) Les entrées doubles pour câble armé, câble souple et câble souple armé (repères 2, 3, 5 du plan 1.021.967) peuvent être utilisées comme indiqué au paragraphe 1) ci-dessus.
17-6-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8705	Cuve pour transformateur sec réalisée suivant les types Tb G.160 S3 - Tb G. 200 S3 et Tb G. 250 S3 - 6.600 V, ± 5 %, 550 V, - classe H. 160 à 315 kVA. s/plan 2.083.848a.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
18-6-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8700	Cuve pour transformateur sec réalisée suivant types Tb G. 160 S2 Tb G. 200 S2 et Tb G. 250 S2 - 6.600 V, ± 5 %, 550 V, - Classe H. 160 à 315 kVA. s/plan 2.083.459b.
6-7-53	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8716	Avenant aux décisions 13E/7680 du 2-5-50 - 13E/7966 du 29-5-51 et 13E/8449 du 12-9-52 : le nombre d'entrées de câble armé et de boutons-poussoirs peut être porté de 1 à 2, 3 ou 4. v/plan 1140 CG « B ».
6-7-53	Etablissements H. F. Destiné, 2, rue de la Vallée, Bruxelles.	13E/8717	Avenant à la décision 13E/7540 du 18-10-49 relative au coffret de transformation et de contrôle « Midget » construit par la firme Victor Products de Wallsend-on-Tyne (Angleterre) Modifications diverses reprises au plan E. 2305/5.
7-7-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8722	Coffret pour boîte à bornes type ABP. ou de protection pour appareils de mesure type ABP a et ABP 2a construit suivant plan 126.617.
10-7-53	S. A. Electromécanique, 19, rue Crickx, à Bruxelles.	13E/8724	Avenant à la décision 13E/8147 du 14-11-51 : Modification boîte de raccordement, basse tension pour transformateurs au quartz construits par Merlin et Gérin de Grenoble (France). v/plan C. 5919.
13-7-53	Ateliers de Constructions EMD 35, rue Julien Schmidt, à Dampremy.	13E/8727	Entrée pour câble souple sous caoutchouc jusque 60 mm de diamètre. s/plan 6476.
27-7-53	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8733	Bouchon spécial pour prélèvement d'échantillon d'huile, réalisé suivant plan 142.083/A substitué au bouchon ordinaire de vidange existant sur les appareils à bain d'huile agréés par les décisions 13E/5585 du 20-5-33; 13E/6584 du 30-9-40 et 13E/7154 du 7-4-48.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
12-8-53	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, à Bruxelles.	13E/8755	Avenant à la décision 13E/8300 du 22-4-52 : modification du coffret type E. 190 permettant le placement éventuel de deux entrées de câble sur les quatre dressements des faces latérales. v/plan n° E. 160.
7-9-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8768	Ensemble de coffrets type I.K.Dg. 20-40 p. destiné à la commande et à la protection de moteurs de faible puissance (500 V, 20-40 A). s/plan 1.161.232.
7-9-53	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8770	Coffret type T.40, modèles 1,2,3, destiné à la protection d'appareillages électriques divers : contacteurs, disjoncteurs, commutateurs manuels, (tension 600 V, intensité 100 A) construit suivant plans nos 4001, 1318C/25 et 1318C/50.
9-9-53	S. A. Electromécanique, 19, rue Crickx, à Bruxelles.	13E/8772	Par avenant aux décisions 13E/5365 du 11-2-31; 13E/5989 du 15-1-37; 13E/7024 du 1-7-47 13E/7347 du 28-1-49; 13E/7457 du 31-5-49; 13E/7466 du 15-6-49 13E/7984 du 8-6-51; 13E/8147 du 14-1-52 et 13E/8255 du 13-3-52 relatives aux transformateurs au quartz Merlin-Gérin de Grenoble (France) types T.T.H. - 5 kVA; T.T.H.A.G. 24-100 kVA; G. 408-2, 150 kVA; G. 409-200 kVA; T.T.Q. 300 kVA et T.T.Q. 20 à 25 kVA, autorisation d'emploi de joints en lino liège pour les couvercles de la cuve et des boîtes à bornes, ces dernières étant remplies de masse isolante.
15-9-53	S.P.R.L. EMAC 142-144, rue Bara, Bruxelles.	13E/8775	Ensemble de coffrets type 35, destiné à la protection de matériel divers tel que : petits sectionneurs, contacteurs disjoncteurs, relais, etc. tension 600 V, courant alternatif, intensité maximum 25 A. s/plan 3501.
15-9-53	S. A. Electromécanique, 19, rue Crickx, à Bruxelles.	13E/8777	Coffret de commande type T.W. 952-550 V, 250 A, construit par les Etablissements Merlin Gérin de Grenoble (France). s/plan CA 5942.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
28-9-53	Société Nouvelle Siemens, ch. de Charleroi, 116, Bruxelles.	13E/8787	Avenant à la décision 13E/8097 du 20 septembre 1951 : modification des organes disposés dans le couvercle du coffret type d.U.3. s/plan 326.758a.
29-9-53	S.A. Constructions Electriques Schréder, rue des Français, Ans.	13E/8789	Boîte de jonction pour câble armé identifiée « coupleur de câble type J.B.F.2, 3.300 V, 200 A, construite par la firme Reyrolle de Hebburn-on-Tyne (Angleterre). s/plan n° 107.358/480.
30-9-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8791	Coffret type S.127 pour boîte de dérivation ou de connexions. s/plan n° 50.227.
1-10-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8790	Coffret type S.128 pour boîte de dérivation ou de connexions. s/plan n° 50.230.
2-10-53	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 42, Dock à Gand.	13E/8792	Contrôleur-inverseur type M.F.42.A. à 2 sens de marche et à commande par manette, construit par la Métropolitan Vickers de Manchester (Angleterre). s/plan n° X. 496.935 et A. 496.936.
8-10-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8798	Coffret d.U.S.9 pour jeu de barres et appareil de mesure construit par les usines Siemens suivant plan n° 28.801 destiné à la réalisation d'un ensemble de coffrets de manœuvre et de protection pour convoyeurs, haveuses, etc. Identifié d.R.1485 (A) 85 ou à être incorporé dans toute autre combinaison de coffrets de types agréés.
8-10-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8799	Coffret d.R.1491 pour jeu de barres, construit par les Usines Siemens suivant plan n° 28.803 destiné à la réalisation d'un ensemble de coffrets de manœuvre et de protection pour convoyeurs, haveuses, etc. identifié d.R. 1485 (A) 85 ou à être incorporé dans toute autre combinaison de coffrets de types agréés.

III. — APPAREILS DIVERS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
8-10-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8800	Avenant à la décision 13E/8117 du 16-10-1951 : coffret d.U.5. modifié, construit suivant plan n° 28.802 et destiné à la réalisation d'un ensemble de coffrets de manœuvre et de protection pour convoyeurs, haveuses, etc. identifié d.R. 1485 (A) 85 ou à être incorporé dans toute autre combinaison de coffrets de type agréés.
19-10-53	Société Electro-Industrielle de Luxembourg, 6, rue des Augustins, à Liège.	13E/8805	Modèle A.B.C. d'entrées pour câble souple, câble souple armé et câble armé (de 9 à 32 mm de Ø extérieur) construits s/plan n° 181.918 par la firme Göthe de Mülheim (Ruhr).
29-10-53	S.A. Amelco, 25, quai de Willebroeck, à Bruxelles.	13E/8826	Vanne électropneumatique, destinée à l'équipement d'un panzer à rabot rapide, construite par la firme Schrupp & Müller de Betzdorf (Allemagne). s/plan AP.2351.
29-10-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8827	Avenant à la décision 13E/8700 du 18-6-1953. Transformateurs secs types T.b.G. 160 S1 - T.b.G. 200 S1 - T.b.G. 250 S1 (puissance de 160 à 315 kW, classe H). s/plans 2.083.744 et 5.406.144.
29-10-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8829	Coffret type S.118 utilisé comme boîte à connexions. s/plan 50.273.
29-10-53	S.A. Amelco, 25, quai de Willebroeck, à Bruxelles.	13E/8825	Coffret pour interrupteur de fin de course, construit par la firme Schrupp & C° de Betzdorf (Allemagne). s/plan n° d.A.P. 2364.
29-10-53	S.P.R.L. Minelec, 18, rue de Menin, à Bruxelles.	13E/8828	Le coffret repère A. réalisé suivant plan n° E.165.A. peut être adapté à la cuve pour disjoncteur type O.R.M.10 - 6000 V, 400 A, agréée par la décision 13E/8272 du 4-4-1952.
9-11-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8840	Coffret type S.124 pour disjoncteur tripolaire 500 V, 200 à 350 A. s/plans 50.238, E. 1051, 50.144 et 50.148.

III. — APPAREILS DIVERS

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
19-11-53	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/8849	Coffret sectionneur n° 78 et fiche haute tension n° 79 destinés à l'équipement des transformateurs types T.b.G. 160 S2 T.b.G. 200 S2 et T.b.G. 250 S2 6.600 V - 550 V - 160 à 315 kVA ainsi qu'un prolongateur de câble constitué par 2 fiches H.T. n° 79 assemblées l'une à l'autre, matériel construit suivant plan 9.105.229.
21-11-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8854	Coffret type S.121 destiné à protéger un interrupteur 350 A, 500 V avec ou sans appareil de mesure et accessoirement des appareils de protection ou des bornes. s/plans 50.168, 50.170, 50.171 et 50.239.
30-11-53	S.A. Eectro-Lumière, 181, rue Petite Voie, Herstal.	13E/8855	Boîte de dérivation type A.G. 250 - 500 V, 250 A. s/plan n° D.31-20.
19-12-53	Société Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, Bruxelles.	13E/8883	Avenant à la décision 13E/8339 du 11-6-1952 relative à un rouleau de sûreté pour courroie transporteuse. Modifications de détail reprises au plan n° 950.656. Appellation nouvelle : type R.C. 253.
29-12-53	Société Electricité Industrielle Belge, 48, rue Montoyer, Bruxelles.	13E/8890	Avenant à la décision 13E/7854 du 18 janvier 1951 visant le coffret de chantier type C.C.S.100 : adjonction d'un compartiment supplémentaire. s/plan 441.017.
16-12-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8880	Coffret type S.125 destiné à protéger, soit un sectionneur-contacteur disjoncteur 100 A, soit un inverseur 200 A, avec cartouches à H.P.C. de 200 A et un transformateur 1 kVA suivant plan n° 50.207.

V. — MATERIEL D'ECLAIRAGE SUJET A DEPLACEMENT

Date	Constructeur	N° de la décision	Observations
12-1-53	S.A. Locorail, 146, chaussée de Haecht, Bruxelles.	13E/8582	Génératrice type e.M.E.G.-25 à courant alternatif - 12 V, 25 W - pour éclairage locomotives. v/plan 31.999.V.
14-1-53	Cie Auxiliaire des Mines, 26, rue E. Van Ophem à Uccle-Calevoet.	13E/8592	Avenant à la décision 13E/7746 du 22-8-50 : remplacement du cylindre en verre entourant le tube fluorescent par un autre cylindre de même dimension en méthacrylate de méthyle (Perspex).
24-2-53	S.A. Socomé, 120-122, rue St-Denis, à Forest-Bruxelles.	13E/8631	La décision d'agréation 13E/5462 du 17-11-31 est transférée au profit de la S.A. Socomé. L'armature pour lampe à incandescence dont il s'agit sera conforme au plan C.1010.
27-3-53	Les Ateliers Mécaniques de et à Morlanwelz-Hayettes.	13C/5776	Lampes électropneumatiques types f.D.L. 40.Q - S.D.L.50 et S.D.L.100 construites par la firme Concordia (C.E.A.G.) à Dortmund. Puissance e nW : 40, 50, 100. Tension de service en V : 73, 12, 12. s/plans 978L et 980L.
7-4-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13E/8658	Lampe à vapeur de mercure type Merlux. s/plan 1547.
18-6-53	S.A. Eectro-Lumière, 181, rue Petite Voie, Herstal.	13C/5783	Armature pour lampe au sodium type A.N.A.85 de 85 watts. s/plan 7553.
6-8-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13E/8748	Lampe électropneumatique à tube fluorescent, type F.P. s/plan 1549.
6-8-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13E/8750	Armature pour tube fluorescent type F.R. - 20 ou 40 W (110 ou 220 V). s/plan 1548.
8-9-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13E/8773	Par avenant à la décision 13E/8748 du 6-8-1953, la lampe électropneumatique type F.P., sans modification des dimensions ou des dispositifs assurant le caractère antigrisouteux, peut être équipée d'un tube fluorescent de 40 W.

V. — MATERIEL D'ECLAIRAGE SUJET A DEPLACEMENT

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
1-10-53	N.V. Fabriek en Handelsbureau « Nederland » Donkere Spaarne, 22 Haarlem (Hollande).	13E/8793	Armatures de protection type H.G. 22 pour lampe à incandescence de 75 W et type H.G.23 avec interrupteur à bouton poussoir. s/plans 6.140 A et 6.167 A.
10-12-53	S.A. Etablissements Berry, 77, rue de Mérode, Bruxelles.	13E/8870	Matériel d'éclairage électrique pour locomotives de mines, comprenant : a) un alternateur à fer tournant, 12 V, 25 W, du type A.A.1. s/plan N.29.b. b) un interrupteur 10 A, 660 V du type I.R.A.1. s/plan n° F.190.b. c) des phares type P.A.1 s/plan n° F.269. Ce matériel est construit par la Sté Alsacienne d'Installations techniques, 10, avenue du Zornhoff à Saverne (Bas Rhin) France.
22-12-53	S.A. Eectro-Lumière, 181, rue Petite Voie, Herstal.	13E/8886	Avenant à la décision 13E5670 du 31 mars 1934 relative à une armature type F.L.450 pour lampe à incandescence. Modifications de détail. Plan 10/53A.
16-12-53	S.A. des Ateliers Mécaniques de Morlanwelz-Hayettes.	13E/8879	Lampe électropneumatique type f.s. P.L. 520/20 à tube fluorescent de 20 W, construite par la firme Concordia (E. A.G.) de Dortmund. s/plan n° 1020 L.A.

VI. — TELEPHONES ET SIGNALISATION

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
29-9-53	Ateliers de Constructions EMD 35, rue Julien Schmidt, à Dampremy.	13E/8788	Boîtier de signalisation pour 4 lampes de 15 W. s/plan n° 7524.
18-12-53	Etablissements Le Las, 131, rue de Vaugirard, Paris (15e).	13E/8881	Ensemble de boîtiers type B.T.X.186 A destiné à la commande de voyants lumineux et de signaux acoustiques. s/plan B.T.X. 186 A.G.B. et D.N. 12.787.
18-12-53	Etablissements Le Las, 131, rue de Vaugirard, Paris (15e).	13E/8882	Boîtier pour voyant lumineux type V.A. L. 141A. s/plans V.A.L.A.G.B. et D.N. 12.786.

VII. — VENTILATEURS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
14-1-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8593	Ventilateur pour canar de 600 mm Ø type E.F.6, actionné par moteur électrique type M.B.63 500/550 V, asynchrone triphasé à cage d'écureuil 3000 t/m 7,36 kW (10 CV) suivant les plans E.F. 4913; 1710; E.F. 4918; E.F. 4901; E.F. 496 401 aV - 401 bV (Matériel construit par la firme « The Mining Engineering C° Ltd de Worcester, (Angleterre).
5-2-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8620	Ventilateur auxiliaire, type E.F.5 pour canars de 500 mm de Ø suivant plan n° B.1051, actionné par moteur électrique type M.B.56, avec ses accessoires agréés par décision 13E/7170 du 29-4-48 (plans 1207, E.F. 496 et E.F. 498). Matériel construit par « The Mining Engineering C° Ltd » de Worcester (Angleterre).
28-2-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8633	Par avenant à la décision 13E8593 du 14-1-53, les plans n°s 401 aV et 401bV sont remplacés par le plan n° B.1063.
8-4-53	F. Mabille, 22, rue du Viaduc, à Bruxelles.	13E/8659	—Ventilateur électrique RM type 6, Ø int. 500 (moteur asynchrone, rotor court-circuit 220 à 500 V, 5 kW). s/plans n°s 22 et 25.
28-4-53	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, à Liège.	13E/8669	Par avenant aux décisions 13E7170 du 29-4-48, 13E/8620 du 5-2-53, 13E/8593 du 14-1-53 relatives aux ventilateurs MECO à commande électrique, type E.F.4, E.F.5, E.F.6, la fiche de prise de courant MECO 15 A peut être remplacée par une fiche du type Victor 30 A, pour câble souple armé ou non, de 25 à 40 mm de diamètre, dont le type agréé avec câble souple, de 25 mm seulement, est visé par les documents 13E/7028 du 4-8-47 et 13E/7929 du 19-4-51. v/plan B.1067.
10-9-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8774	Ventilateurs pour canars de 300, 400 et 500 mm de diamètre à commande électrique, types d'H.L.E. 30 (moteur d.P.O.R. - 9,9-2; d'H.L.E. 40 (moteur d.POR - 29C-2) et d.H.L.E.50 (moteur d.P.O.R. 49n-2) construits par les usines Siemens s/plans n°s I.T.S. 37.Z.20.339 - E.Z. 10.15.207 - E.Z.19.16.098 - I.T.S.25.E. 0575.II et 4.N.0417a.

VII. — VENTILATEURS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
30-9-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8786	Ventilateur type d.H.L.E.60- pour canars de 600 mm de diamètre actionné par moteur électrique type d.P.O.R. 772-2, 500 V, 15 A, 10,5 kW. s/plans I.T.S.37.Z.20.352 - M.91.1683 - M.91.6784 et M.91.6373.
30-11-53	Société Nouvelle Siemens Bureau technique de Liège, 6, rue des Augustins, Liège.	13E/8856	Ventilateur type Z.B.L.85/42,5 (hélice ∅ 850 mm environ) à commande électrique, moteur type d.U.P.O. R.683-4D. s/plans : 1.TS/37.Z.20.478 (ventilateur) - M.92.0602 (moteur).

VIII. — LOCOMOTIVE DIESEL

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
19-11-53	S.A. Etablissements Berry, 77, rue de Mérode, Bruxelles	13E/8852	Locos Diesel type 3712, moteur monocylindrique P.T.I. de 15 CV à 1500 t/min, cycle Diesel 4 temps, construite par la firme Berry à Lille. s/plans n^{os} 61.656 A - 59.820 A - 55.464 A - 53.487 A - 55.461 - 55.465 - 55.463 - 55.875 - 52.855 B - 55.882 - 52.926 A - 55.445 - 55.444 - 55.884 - 55.878.

IX. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
7-1-53	Compagnie auxiliaire des Mines, 26, rue E. Van Ophem, à Uccle-Calevoet.	13C/5769	Avenant aux décisions 13E/5590 du 29-5-46 et 13C/5608 du 15-10-46 visant les lampes Oldham du type chapeau : modification de détail.
13-2-53	Dominitwerke à Hoppecke Kr. Brilon (Allemagne).	13C/5772	Lampe électrique portative type M.O. A.H.O.a, accumulateur à 2 éléments cadmium-nickel. Tension accumulateur : 2,6 V. Capacité accumulateur : 16 A/h. Tension normale ampoule : 2,5 V. Courant consommé par l'ampoule : 2A. s/plan 39/24.588.

IX. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
20-2-53	Dominitwerke à Hoppecke Kr. Brilon (Allemagne).	13C/5773	Lampe électrique portative type M.O.A.H. - 3/a; accumulateur à 2 éléments cadmium-nickel. Capacité batterie : 25 A/h. Courant consommé par l'ampoule : 2 A. s/plan 39/24598.
27-3-53	Dominitwerke à Hoppecke Kr. Brilon (Allemagne).	13C/5775	Lampe électrique portative type M.S.O/a, constituée par une tête en forme de projecteur (ampoule 2,5 V, 1,2 A) répondant au plan 39/24.586, le pot et la batterie provenant d'un des types de lampe M.O.A.H./O/a ou M.A.H./3a agréés par les décisions 13C/5772 du 13-2-53 et 13C/5773 du 20-2-53.
6-5-53	S.E.R.T.R.A., 8, rue du Miroir, à Mons.	13C/5780	Lampe électrique portative du type C.G.L.I. dit « au chapeau » - acc. au plomb 2 éléments - projecteur 2 ampoules 1 A et 0,25 A construite par la firme C.E.A.G. de Barnsley (Angleterre). s/plans B.800, C.794 et C.2510.
4-7-53	Sté Belge d'Applications Electriques, rue de la Limite, 117, La Bouverie.	13C/5786	Lampe Lemaire 4 V, capacité 6 A/h, ampoule 0,5 A. (variante de la lampe Lemaire type 36 visée par la décision 13C/5248 du 18-5-36). v/plan 1504.
15-10-53	Sté Belge d'Applications Electriques, rue de la Limite, 117, La Bouverie.	13C/5792	Avenant à la décision 13C/5768 du 10-12-1952 relative à la lampe à accumulateur au plomb type C.B.8 au chapeau : modifications diverses reprises au plan n° 200.
14-10-53	N.V. Fabriek en Handelsbureau « Nederland » Donkere Spaarne, 22 Haarlem (Hollande).	13C/5791	Projecteur type A.E.2 pour lampe électrique de mine au chapeau. s/plan 6070/1E.

X. — LAMPE A FLAMME.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
19-10-53	S.A. d'Eclairage des Mines et d'outillage Industriel, à Loncin.	13C/5793	La calotte pleine de la lampe Wolf-Joris n° 3, agréée par l'Arrêté ministériel du 9 novembre 1906, peut être remplacée par une calotte perforée, réalisée suivant plan n° C.2158.

XII. — EXPLOSEURS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
8-12-53	Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale à Bruxelles.	13D/6504	Exploseurs types A.B.F.G.S.K. 300 ohms et A. B.F.A.S.K. 500 ohms, construits par la firme Schäffler de Vienne (Autriche). s/plans 32-527 - I, II et III, 32/528 - I, II et III.
9-12-53	Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale à Bruxelles.	13D/6503	Exploseur type D.K.M.S.K. construit par la firme Schäffler de Vienne (Autriche) s/plans 32/263 - I, II et III.

XIII. — OHMMETRE.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
8-9-53	S.E.R.T.R.A., 8, rue du Miroir, à Mons.	13E/8771	Ohmmètre à pile, 1,5 V Z.E.B/A.W. 0 à 1000 ohms de la firme Hartmann et Braun de Francfort a.M. (Allemagne). s/plans 16.165-3 I.B.S. (4) et 16.165-30 (3).

XVI. — DIVERS.

Date d'autorisation	Constructeur	N° de la décision	Observations
12-1-53	S.P.R.L. Kléber Colombes, 1a, rue du Bastion, Bruxelles.	13E/8583	Tuyau de caoutchouc, réalisé aux diamètres de 16 et 27 mm portant la marque « Electromines » de sécurité quant à l'écoulement au sol des charges d'électricité statique.
20-10-53	S.A. Carideng, à Lanaeken.	13G/8210	Tuyau de caoutchouc réalisé aux diamètres de 18/32 mm portant la marque « CARIVOLT » de sécurité quant à l'écoulement au sol des charges d'électricité statique.

Erratum.

La liste d'appareils agréés — en annexe au Rapport sur les travaux de 1952 de l'Institut National des Mines — (voir Annales des Mines juillet 1953) indique à la page 527 :

Date d'autorisation 26-8-52.

Constructeur : S.A. Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, Bruxelles.

Il faut lire : Constructeur : S.P.R.L. Emac, 142-144, rue Bara, Bruxelles.

Origine, structure, propriétés et valorisation de la houille (1)

Dr. D. W. van KREVELEN,

Professeur à l'Université Polytechnique de Delft,
Directeur des Recherches aux « Staatsmijnen in Limburg ».

I. — L'ORIGINE DE LA HOUILLE ET LE PROCESSUS DE LA HOUILLIFICATION

Malgré les progrès impressionnants réalisés par la chimie des matières naturelles pendant les cinquante dernières années, la structure d'un des produits naturels les plus importants — la houille — est toujours pleine d'énigmes. Ceci montre déjà les difficultés particulières que cette matière présente aux recherches.

De nos jours, c'est un fait connu que la houille doit son origine à une décomposition incomplète — la houillification — de matières végétales. La houille se rapporte pourtant à la plante vivante comme une ruine, ou plutôt, comme un tas de décombres à un bel édifice. Comme un édifice est bâti d'éléments de construction (pierres, ciment, poutres et planches, stuc, tuiles, etc.) dont chacun a une composition plus ou moins caractéristique, chaque plante se compose également de tissus (xylène, phloème, parenchyme, épiderme, etc.) d'une composition chimique plus ou moins définie. La ruine ou le tas de décombres ne révèle rien ou presque rien de la construction harmonique; les éléments reconnaissables s'y trouvent pêle-mêle; nombre d'entre eux ont été entièrement consumés par les injures du temps; la construction originale ne se comprend et ne se reconstruit qu'à partir de morceaux détachés, de restes de fondements et similaires. C'est pourquoi tous ceux qui s'occupent de l'étude de la houille sont obligés de faire appel aux restes des composants originaux des plantes (le plus souvent de dimensions microscopiques) pour se faire une idée de la nature des différents éléments de construction dont la composition a encore fortement évolué au cours des siècles.

En ce qui concerne la recherche chimique, les plus grandes difficultés résultent du fait que la houille est un conglomérat macromoléculaire qui empêche la séparation et l'épuration selon les procédés normaux appliqués dans les laboratoires (dissolution, cristallisation, distillation, chromatographie).

Les produits naturels tels que cellulose, amidon, caoutchouc, sont également macromoléculaires; ils ont pourtant l'avantage évident d'une construction uniforme d'éléments très simples. Une décomposition chimique prudente (hydrolyse, ozonolyse, etc.) permet de se faire une idée de la structure des morceaux. Sitôt que le squelette des pierres de construction devient plus compliqué et que la composition est d'une uniformité moins sévère, les matières de la nature vivante présentent aussi de grandes difficultés quant à la recherche de la structure; la lignine et, sous un certain rapport, les protéines en sont des exemples typiques.

Il est d'autant plus compréhensible que la structure de la houille, comme celle de la classe entière des acides humiques alliés à la houille, est en majeure partie enveloppée d'un brouillard et est toujours peu connue par le chimiste. Cependant, des contours commencent à se montrer dans ce brouillard et indiquent le chemin vers une notion plus définie de la structure.

Méthodes d'examen.

Le schéma 1 représente les différentes méthodes d'examen de la houille dans leur rapport mutuel.

L'examen géologique s'est développé en premier lieu. Le début de l'examen géologique systématique coïncide à peu près avec celui de la révolution industrielle, période au cours de laquelle la houille commençait à acquérir une importance technique. Peu après suivaient les premiers examens organico-chimiques de caractère principalement analytique.

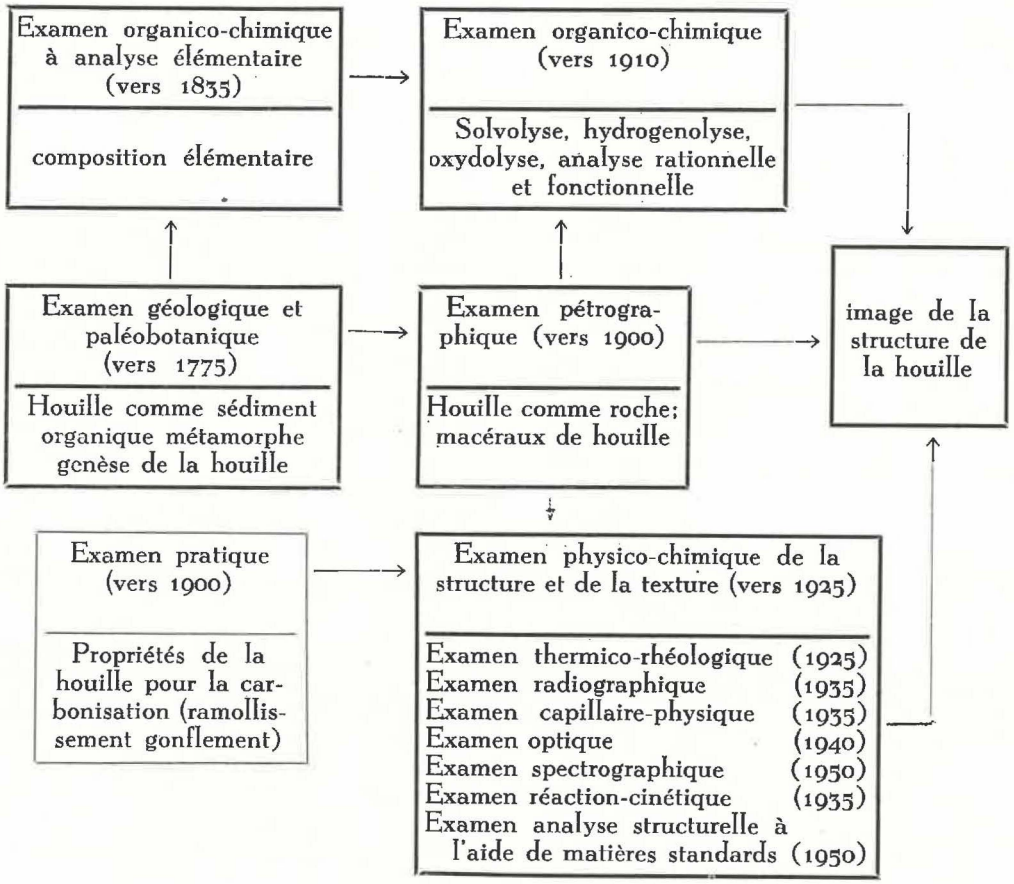
Il y a 125 ans, le français Regnault 1) établit le premier système de classification des houilles basé sur la composition chimique; c'est pourquoi on peut considérer 1837 plus ou moins comme l'année de naissance de la chimie de la houille. Dès ce moment nombre d'examinateurs se sont occupés de deux problèmes : la constitution de la houille et son utilisation. Vers 1900 a lieu la grande expansion des méthodes de recherches. La pétrographie systématique de la houille se développe à partir de l'examen géologique; dans le domaine organico-chimique, les

(1) Cycle de conférences à l'Université de Liège, dans le cadre des accords culturels Hollando-Belges.

Schéma 1.

METHODES D'EXAMEN DE LA HOUILLE.

(Les dates indiquent le début de l'examen suivant la méthode susnommée).



différentes méthodes d'analyse « rationnelle » prennent de l'essor, alors que les besoins pratiques (fabrication de coke) de caractère provisoirement empirique donnent naissance à l'examen rhéologique. L'examen physico-chimique est appliqué après 1930.

L'origine de la houille.

Actuellement, on admet généralement que la houille s'est formée à partir de matières végétales. En majeure partie, ce sont les plantes supérieures qui ont fourni les matières de base bien que les organismes inférieurs tels que moisissures, algues et bactéries, aient également participé à la formation.

La houillification entière se divise en deux phases, savoir : la houillification biochimique et la houillification géochimique ou métamorphose.

La houillification biochimique.

Quand la matière végétale meurt, son avenir dépend des conditions locales. Elle peut se décomposer entièrement (minéralisation), pourrir (métahumification) ou se transformer en tourbe (humification).

Les facteurs qui jouent un rôle dans la houillification biochimique sont : le climat (température et humidité), la position du niveau d'eau, l'acidité de l'eau, la présence ou l'absence d'oxygène (potentiel rédox) et la présence ou non d'ions métalliques à action catalytique. Ce sont ces facteurs qui déterminent la nature de la microflore.

Il est plus ou moins évident que des bactéries ont participé à la première phase de la houillification. Presque toutes les espèces de matières organiques sont attaquées par des bactéries. Dans un milieu anaérobe, l'action des bactéries sur les matières organiques tend à la formation de produits finals qui sont relativement riches en carbone. La tolérance des bactéries vivantes pour une acidité déterminée varie fortement, savoir d'un pH de 4 à 10. Une partie des matières organiques décomposées peut avoir été convertie en substance cellulaire des bactéries. Comme les bactéries se caractérisent par un très grand nombre d'enzymes, leur présence exerce une influence catalytique sur presque toutes les réactions organiques connues. Il y a des bactéries qui enlèvent de l'hydrogène à des carbohydrates et à des composés analogues. D'autres accélèrent de façon catalytique l'oxydation de cet hydrogène moléculaire, tandis que quelques bactéries réduisent l'acide carbonique en méthane ou hydrogènent

des composés non-saturés. La chimie de la première phase de houillification est rendue extrêmement compliquée par la diversité des bactéries. 2).

Outre les facteurs oecologiques, c'est la nature des matières végétales qui est vraiment importante : le comportement des plantes (des parties de plantes) ligneuses diffère de celui des plantes (des parties de plantes) herbacées.

Nous nous occuperons d'abord de la houillification biologique proprement dite, savoir l'humification (à laquelle correspond plus ou moins le processus analogue pour les protéines et les graisses, savoir la saporification).

Seules, les parties de plantes les plus résistantes survivent au processus de la houillification : les parties les plus herbacées, par contre, presque toutes les protéines et tous les carbohydrates se trouvant dans les plantes, excepté la cellulose, se consument entièrement. Les tissus de bois et d'écorce, épidermes de feuilles, membranes de spores, résines et cires, sclérotium de moisissures et membranes des cellules des algues sont plus ou moins résistants.

Si, pendant cette humification, le niveau des eaux est tellement bas qu'il affleure la surface de la terre, les matières mortes qui s'enfoncent dans le sol mou arrivent dans un milieu où le courant, et par conséquent l'aération de l'eau, sont très faibles. Dans un tel milieu, l'oxygène de l'eau est rapidement consumé alors que les matières se momifient presque totalement. Dans les eaux plus ouvertes où l'alimentation d'oxygène est meilleure, beaucoup d'éléments de plantes seront entièrement rompus, entre autres, une grande partie de la cellulose du bois. Au fur et à mesure que les conditions favorisent la décomposition, il ne restera que les parties les plus résistantes, telles qu'épidermes de feuilles, membranes de spores, résines, cires et similaires. Par conséquent, les conditions de la houillification se déduisent plus ou moins de la nature de la houille. Moins on rencontre de structure ligneuse, plus les conditions dans le marais forestier ont été humides.

Pendant l'humification, les conditions soit de la végétation soit de l'humification elle-même peuvent se modifier. Quand, par exemple, une lagune ou un petit lac se transforme en tourbière, les conditions entraînent une humification « humide » qui se transforme en humification « sèche » quand l'eau se retire. Dans le lac qui s'est un peu desséché par suite de la régression de l'eau, une végétation forestière peut se produire et donner lieu à la formation de tourbe ligneuse. Dans ce cas, la végétation présente la succession suivante : végétation dans les eaux ouvertes (plantes aquatiques, plankton), végétation de rivage (plantes jonchères), végétation forestière (bois marécageux); les sédiments sont : boue humide, tourbe jonchère, tourbe forestière.

Cependant, la plupart des gisements de houille ne se sont pas formés dans des lagunes, mais prennent naissance par l'affaissement du sol. Le plus souvent, la formation de tourbe a commencé dans des conditions assez sèches alors que — après un certain temps — le sol a été inondé par immersion, ce qui a arrêté la formation de tourbe et permis le dépôt de sédiments. Parfois pourtant la formation de tourbe a débuté dans des conditions dites humides par le dépôt tout d'abord d'une couche de sapropèle sur laquelle s'est développée une végétation. La transformation en tourbe s'est terminée le plus souvent par l'inondation du sol.

Après la formation de sédiments pendant la période suivante, une nouvelle végétation a pu se former, suivie d'une nouvelle transformation en tourbe et enfin d'une nouvelle couche de houille. Si la vitesse de l'affaissement géosynclinal est faible, la formation de tourbe peut suivre l'affaissement tandis qu'une grande vitesse entraîne l'inondation complète. Ensuite il se produit une lutte de vitesse analogue entre l'affaissement et la sédimentation. Outre l'affaissement géosynclinal, c'est le « tassement » des sédiments qui joue un rôle. Le tassement des couches inférieures de tourbe est fort et accélère l'affaissement local. 3).

Nous devons donc nous attendre à ce que les conditions dans le marais changent généralement pendant la transformation en tourbe. C'est pourquoi la structure de la houille, vue sur l'épaisseur de la couche, représente des variations caractéristiques. Il s'ensuit que le profil de la composition est assez caractéristique.

La houillification géochimique.

Tous les produits qui se forment dans la phase de la houillification biochimique sont instables du point de vue thermodynamique par rapport au carbone, l'eau, l'acide carbonique et le méthane. Aussi est-il clair qu'une lente transformation en ces produits finals stables devrait se produire au cours des siècles.

Le temps seul est pourtant un facteur insuffisant bien qu'il s'agisse de millions d'années. Le grand bassin de Moscou qui prend naissance avant le Carbonifère prouve qu'avec le seul facteur temps, la houillification ne peut dépasser le stade de la formation de lignite. Le seul recouvrement de la couche de tourbe par un sédiment finit par aboutir à la formation de lignite et ne va pas au delà.

La houillification avancée est généralement due à d'autres facteurs.

Ce sont surtout les influences géothermiques qui sont primordiales. On sait que la température dans l'écorce terrestre augmente de 3°C en moyenne par 100 m. En considérant que les gisements de houille dans nos régions ont été recouverts d'une roche de plus de 5.000 m d'épaisseur, on peut facilement calculer que des températures de 150 à 200°C ont été normales et ont provoqué une houillification avancée.

De plus, on a trouvé des symptômes évidents de l'existence de plutones qui, durant des années, peuvent avoir augmenté le gradient géothermique. Ceci peut expliquer les différences remarquables du degré de houillification sur des distances assez grandes dans le même gisement.

Les pressions tectoniques donnant lieu à la formation de très grandes montagnes, ainsi que la température élevée résultant des forts affaissements

et refoulements, ont même entraîné la formation de charbons qui se composent presque totalement de carbone, savoir les anthracites graphitiques, par exemple dans les Alpes.

Les intrusions volcaniques n'ont eu qu'une faible influence locale aux environs immédiats de l'intrusion. Ceci peut provoquer le soi-disant métamorphisme de contact qui aboutit à la formation de houille, dont la houillification est avancée, ou même de coke naturel. Le métamorphisme de contact n'a pas joué un rôle dans la formation des gisements de houille normaux à grande étendue.

Microscopie de la houille. 4)

Parlons maintenant de la nature de la houille résultant des conditions de la houillification. Ce sont les résultats de la pétrographie de la houille qui le permettent. Le microscope nous permet de

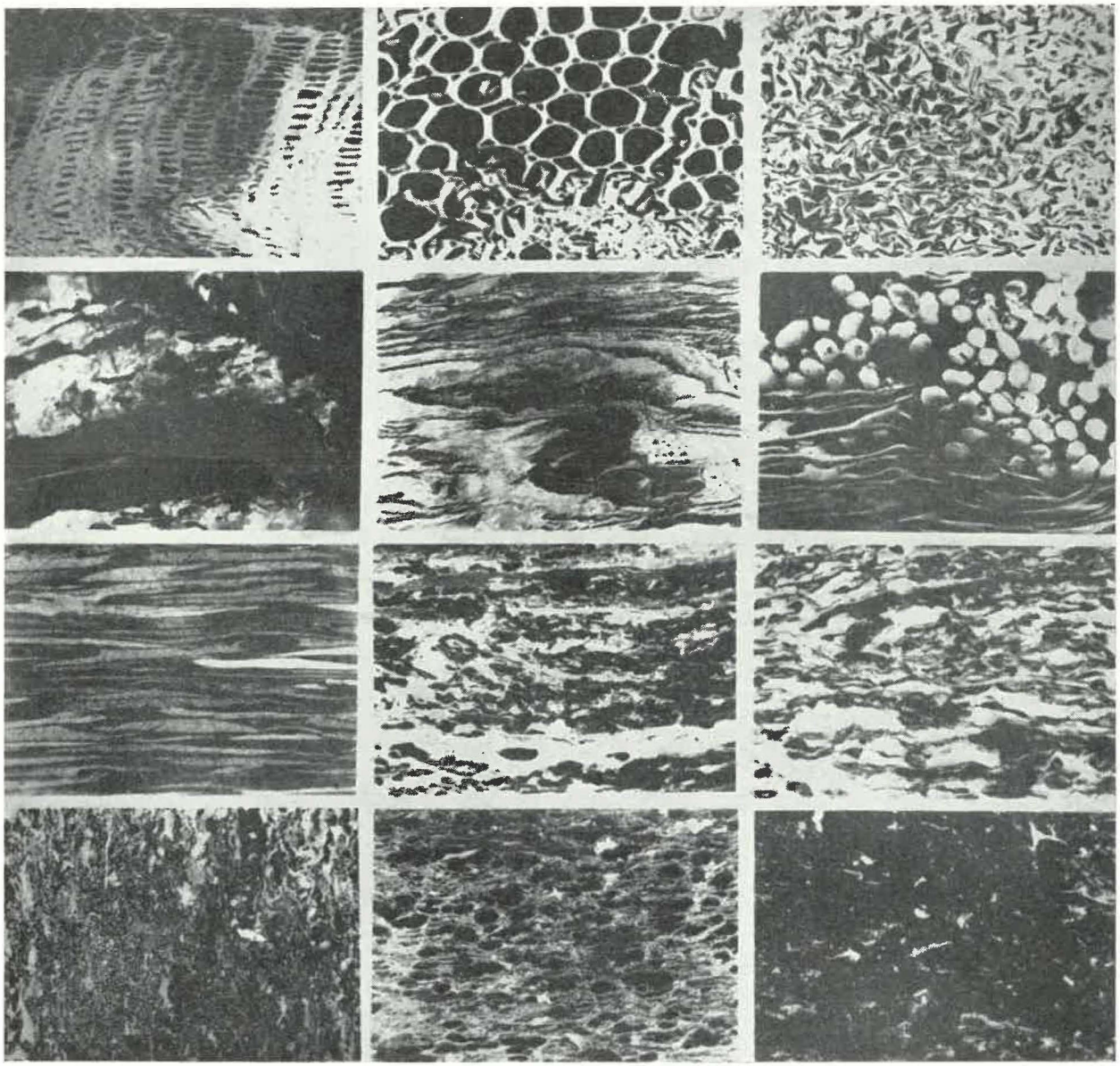


Fig. 1. — Microphotos d'échantillons de houille à surface polie à la lumière incidente.
(Photos extraites, avec l'accord de l'éditeur, de l'«Atlas für angewandte Steinkohlenpetrographie», Verlag Glückauf, Essen 1951).

A gauche : (de haut en bas) : vitrain (houille luisante) à structure de bois; durain (houille mate) à macrospore noire et à quantités brillantes de micrinite; petites couches de micrinite à granulation fine dans la masse fondamentale de vitrinite; houille-cannel (traces noires et micrinite brillant).

Au centre : (de haut en bas) : fusain (houille de bois fossile); clarain; durain avec beaucoup de micrinite; houille boghead.

A droite : (de haut en bas) : fusain de décomposition; sclérotes fossiles de moisissures; durain; houille boghead se composant presque totalement d'alginite.

tirer des conclusions d'une grande portée. Par analogie avec les minéraux, les composants que l'on peut distinguer dans l'image microscopique sont nommés macéraux. La houille peut être considérée comme une roche constituée de macéraux 5).

Une grande partie de la houille est formée de tissu de bois et de tissu d'écorce. La structure du bois est nettement reconnaissable dans le macéral fusinite (fig. 1) (*); une houille contenant beaucoup de fusinite s'appelle houille de bois fossile ou fusain. Etant donné que le fusain, pauvre en hydrogène, se présente déjà dans la tourbe et le lignite, on suppose que ce processus de houillification s'est accompli très rapidement d'une façon plus ou moins comparable avec la carbonisation de bois dans la préparation de charbon de bois. Il est probable qu'un processus biologique fortement exothermique, comparable à la fermentation du foin, a joué un rôle dans ce cas. Dans le fusinite, toutes les cavités cellulaires sont remplies d'air ou de matières minérales.

Lors du procédé normal de la houillification de tissu de bois et de tissu d'écorce, processus lent, il se forme dans le marais boisé une solution colloïdale d'acide humique qui imprègne toute la matière végétale. Il est probable qu'alors une partie de la cellulose du bois s'est désintégrée tandis que la lignine, matière de bois plus résistante, s'est accumulée au début et s'est convertie elle-même plus tard. Cette houillification et cette humification très graduelles et anaérobes ont abouti à la formation du macéral vitrinite qui est le composant principal de toutes les houilles luisantes. La forme extrême de ce vitrinite est la collinite qui ne montre aucune structure. Quand le vitrinite présente des structures cellulaires, le bois est entièrement imprégné de collinite : on parle alors de télinite (fig. 1).

Comme nous venons de le dire, les épidermes de feuilles, les membranes de spores, pollens et similaires sont encore plus résistants que le bois et l'écorce. Tout ce qui s'en retrouve dans la houille est nommé exinite (fig. 2), macéral constituant un des éléments principaux de ce qu'on appelle la houille mate ou durain.

Outre l'exinite, la houille mate contient encore un autre macéral en grande quantité, savoir le micrinite, masse parfaitement opaque qui donne lieu à une forte réflexion en lumière incidente. Il se présente sous deux formes : comme micrinite à granulation fine et comme micrinite massif. On n'a pas encore d'idée claire quant à la façon dont ce macéral s'est formé. C'est probablement un produit de houillification du bois qui a perdu sa structure en premier lieu.

Quelques macéraux spéciaux sont le résinite, résidu de cires et de résines de plantes, le sclérotinite, résidu des sclérotes des moisissures et l'alginite, résidu des algues. L'alginite est un composant principal d'une houille particulière, la houille Boghead, qui s'est formée de résidus d'algues d'eau douce (fig. 1).

(*) La figure 1 est empruntée avec l'accord de l'éditeur, à « L'Atlas für angewandte Steinkohlen-Petrographie ». (Verlag Glückauf, Essen 1951).

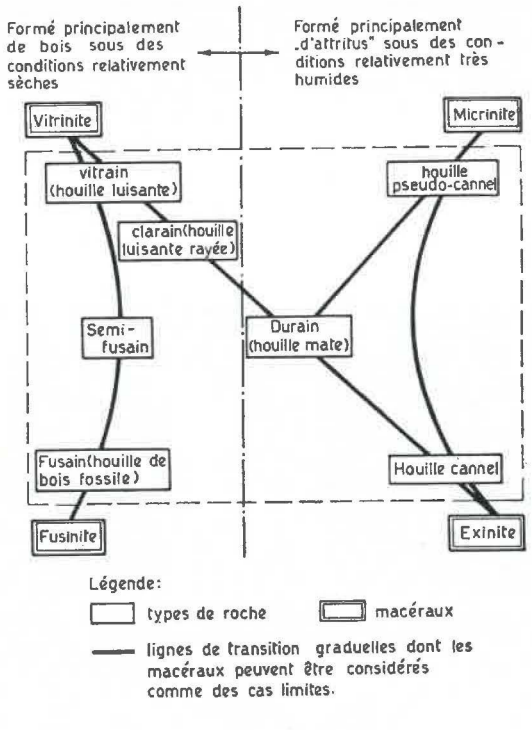


Fig. 2. — Rapport entre les types de roches et les macéraux de la houille.

La figure 2 donne les rapports entre les macéraux et les types de roche et montre leurs transitions graduelles.

La chimie du processus de la houillification.

Un moyen simple donne rapidement une vue générale de la marche des processus s'accomplissant

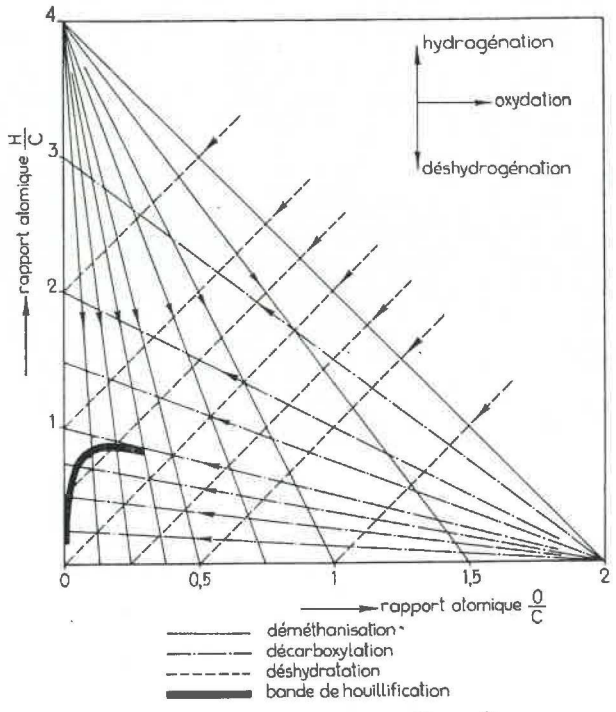


Fig. 3. — Le diagramme $\frac{H}{C}$ — $\frac{O}{C}$

lors de la houillification : le diagramme des rapports atomaires H/C — O/C. 6) La houille se compose presque totalement des éléments : carbone, hydrogène et oxygène. La composition élémentaire peut être portée sur ledit diagramme sous forme de rapports atomaires. Tous les simples processus de réaction y sont reproduits par des lignes droites. La figure 3 montre les lignes indiquant l'élimination d'eau, de méthane et d'acide carbonique.

On peut donc représenter sur ce diagramme les compositions des parties résistantes des plantes : bois (cellulose et lignine), cires, résines, exines d'épidermes de feuilles et spores. Toutes ces matières sont déjà instables elles-mêmes, du point de vue thermodynamique, au carbone, à l'eau, à l'acide carbonique et au méthane. Elles seront donc soumises à des modifications qui reviennent toutes à

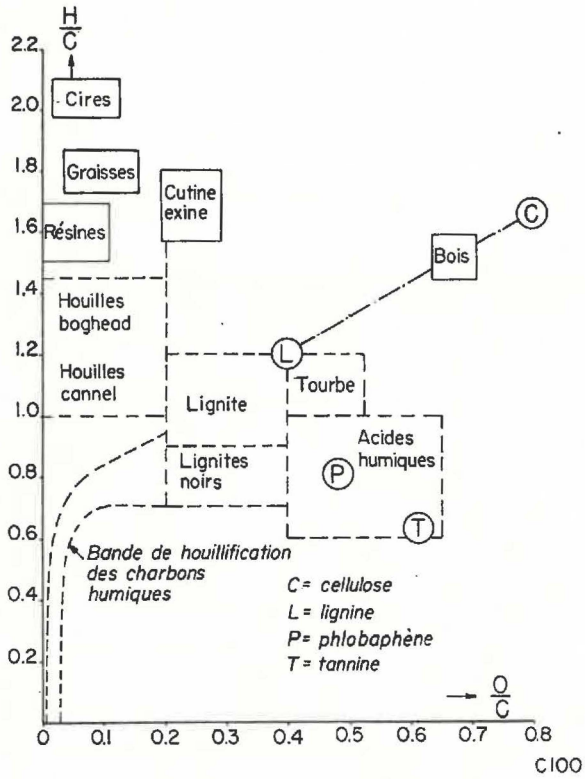


Fig. 4. — Produits de départ et produits finals de la houillification.

l'augmentation de la teneur en carbone avec élimination de méthane, d'eau et d'acide carbonique. Etudions successivement la formation des différentes matières sur ce diagramme. La figure 4 indique la position des compositions des produits de départ.

La formation de vitrinite.

Le tissu de bois et le tissu d'écorce se composent principalement de cellulose et de lignine. Comme nous venons de le remarquer, la cellulose est généralement moins résistante à la décomposition biochimique que la lignine. Il apparaît que, lors de la houillification biochimique de tissu ligneux, la transformation peut s'effectuer de deux façons extrêmes

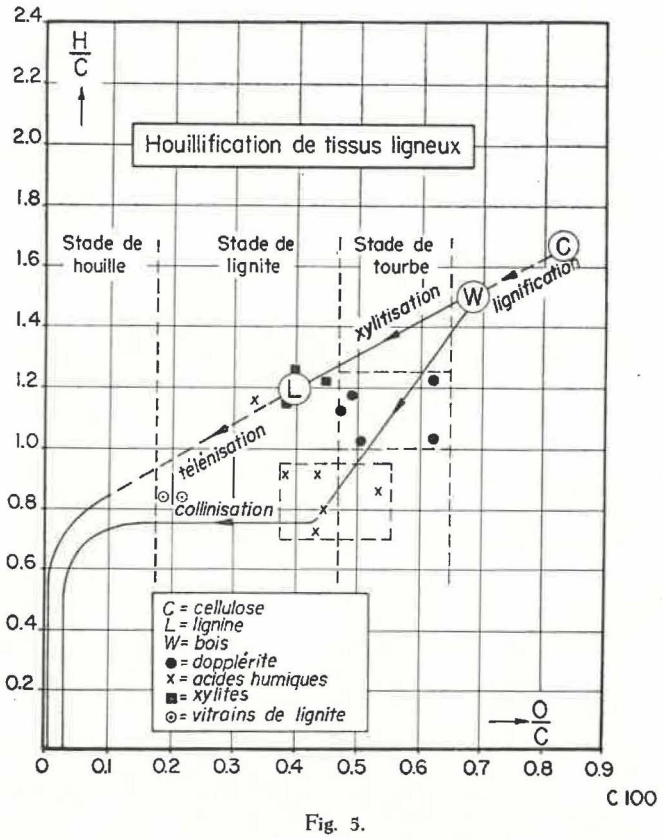


Fig. 5.

entre lesquelles il peut y avoir toutes sortes de formes intermédiaires (fig. 5).

Un processus consiste en la décomposition hydrolytique complète et la transformation en une solution colloïdale. Ce processus forme des acides humiques qui peuvent passer enfin à l'état de gel. Une forme geleuse connue des acides humiques dans le stade de la tourbe est la dopplérite qui a la composition moyenne de la tourbe. Il faut admettre que le collinite macéral s'est formé par cette dispersion colloïdale de l'eau.

Une tout autre manière de houillification consiste dans la fossilisation de bois qui forme le xylite connu, nommé également lignite ligneux, dont la composition moyenne correspond à celle de la lignine. Il faut donc admettre que, lors de la formation de xylite, la majeure partie de la cellulose a été enlevée par séparation hydrolytique. Il est probable qu'une houillification avancée de ce xylite aboutira enfin à la formation d'un vitrinite à structure ligneuse (télénite).

En général, ces deux processus ont été combinés, ce qui se manifeste du fait que la structure ligneuse de la houille dans le télénite est entièrement imprégnée de matières colloïdales.

La marche des trajets de houillification dans le diagramme nous fait constater que le chimisme de la houillification de tissu ligneux revient généralement à ce qui suit. La réaction primaire est une décomposition hydrolytique pendant laquelle une partie de la cellulose non-aromatique disparaît, tandis que la lignine aromatique perd ses groupes méthoxyliques. Ce processus primaire forme des acides humiques. La séparation avancée

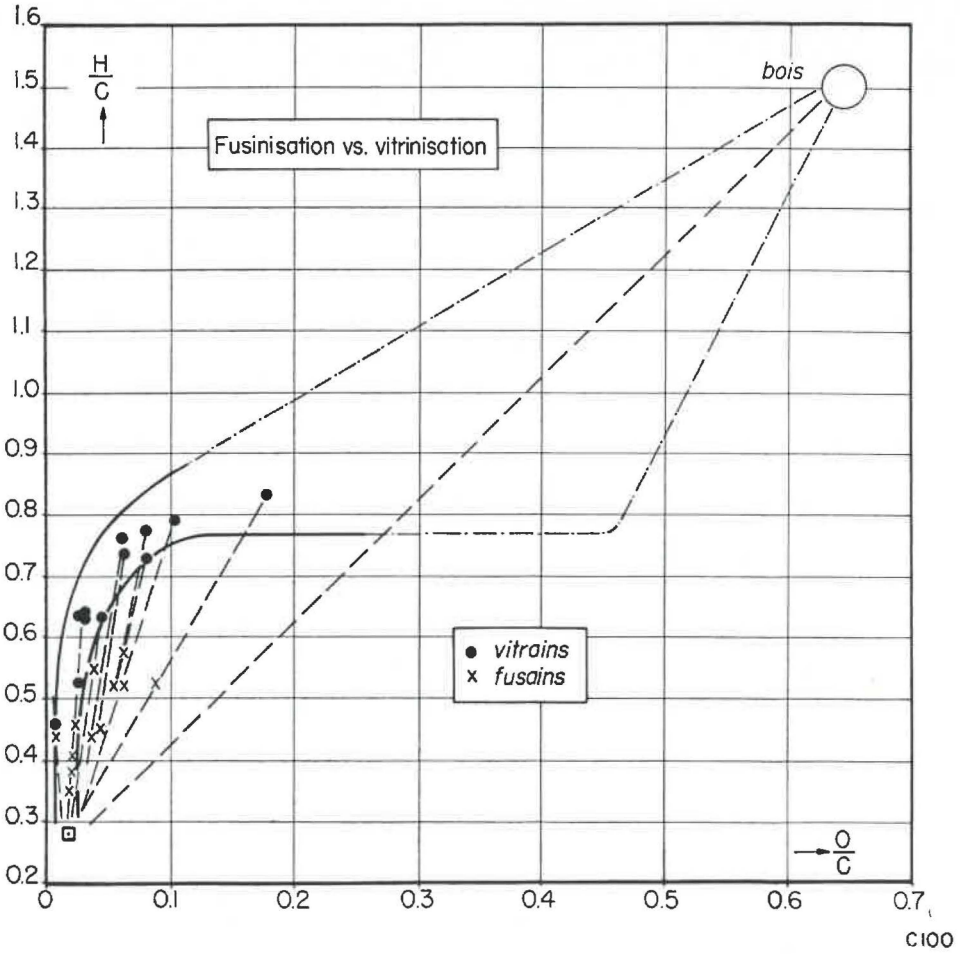


Fig. 6.

d'oxygène, en majeure partie par formation d'acide carbonique et d'eau, est dominée par le potentiel rédox.

Lors des stades ultérieurs, la réaction de houillification de tissu ligneux est reproduite sur le diagramme par une bande assez étroite, nommée bande de houillification. Le dégagement de méthane est plus net que celui d'acide carbonique. Pendant les derniers stades de la houillification, l'importance de l'élimination de méthane augmente constamment, alors que cette réaction est probablement accompagnée d'une condensation d'anneaux de carbone en structures graphytiques.

La formation de fusinite.

En 1936, Seyler 5) a supposé déjà que le fusain serait un stade intermédiaire entre le vitrinite et le fusinite macéral proprement dit, qui aurait une composition moyenne de 95,9 % de carbone, 2,23 % d'hydrogène et 1,9 % d'oxygène, donc un rapport H/C de 0,28. La figure 6 montre la composition de fusains et de vitrains provenant de mêmes couches de houille. En reliant les points, indiquant la composition de fusain, à ceux des vitrains correspondants, on obtient un faisceau de lignes convergentes qui se rencontrent, en effet, au rapport H/C de 0,28. Ceci confirme la supposition de Seyler. La même composition s'obtient quand des quantités équimoléculaires d'eau, de méthane et d'acide carbonique sont séparées de bois. Il sera clair que l'origine du fusain est vraiment due à une décomposition rapide au cours de laquelle une partie du produit se transforme directement au rapport H/C de 0,28, tandis que le reste est soumis à un processus de houillification assez normal, ce qui explique la présence de toutes sortes de formes intermédiaires entre le vitrinite et le fusinite.

La formation d'exinite.

La figure 7 représente le trajet indiquant la formation d'exinites. On voit que la composition chimique de cuticules, de membranes de spores et de tissu de liège se trouve entre celles des cires de plantes et de la lignine. Il est possible que ces matières soient des combinaisons d'alcools de cires et d'unités de lignine de la même façon que le bois se compose de complexes de lignine et de carbohydrates.

Cette opinion est soutenue par un examen récent de l'investigateur espagnol Ribas-Marguès 7) sur la composition chimique de liège, matière très alliée aux épidermes de feuilles. Ribas-Marguès a démontré que le liège est une matière macromoléculaire qui, après décomposition hydrolytique, pro-

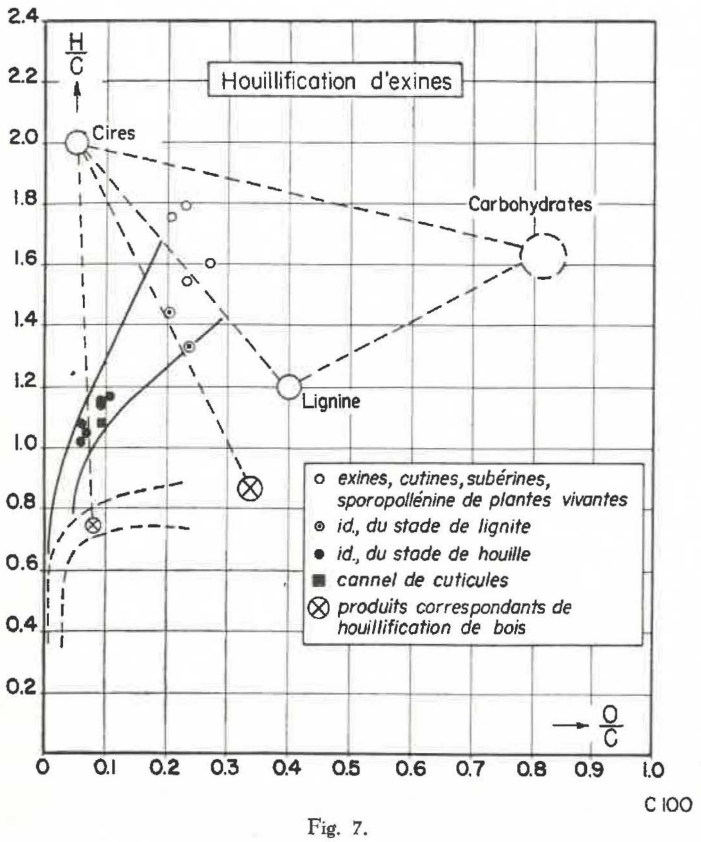


Fig. 7.

duit environ 25 % de lignine, 50 % de céroïdes et d'acides gras, 5 % de carbohydrates et 20 % de tannine.

La houillification se réalise d'une autre manière que celle du tissu ligneux mais, à la fin du stade de houille grasse, la différence de composition chimique entre le vitrinite d'une part et l'exinite d'autre part ne cesse pas de diminuer, phénomène que Schopf nommait « incorporation ». Dès ce stade, la difficulté de distinguer les deux composants par voie pétrographique va en augmentant.

La formation d'alginite.

Depuis les recherches de Bertrand et Renault 8), Thissen 9) et Stadnikoff 10), on suppose que la houille boghead et quelques espèces de la houille cannel se sont formées d'algues et de plankton contenant de la graisse. La matière originale se composait de protéine, carbohydrates, graisses et phytostérine. Lors du premier stade de la houillification, les protéines et les carbohydrates ont été décomposés entièrement. La figure 8 prouve que des alginites récents, tels que coörongite et balchasite, ont une composition chimique correspondant environ à celle de graisses. Une élimination de méthane, accompagnée à la rigueur d'une séparation d'eau et même d'hydrogène, permet aux alginites d'arriver enfin au stade d'anthracite.

L'origine de la résinite.

Comme les cires pures des plantes, les résines sont très résistantes. Il paraît même qu'au stade bitumineux de la houille, la composition élémentaire est presque la même que celle de la matière végétale originale. Il est possible que les résines présentent des réactions de polymérisation et d'aromatisation de sorte que la composition chimique de ces matières finira également par s'approcher de celle du vitrinite.

Conclusions sur l'origine de la houille.

En résumé nous pouvons tirer les conclusions suivantes. La houille s'est formée à partir de matières végétales. Le processus de la houillification se divise en deux phases principales : la biochimique et la géochimique. Dans la phase biochimique, ce sont les facteurs oecologiques et la nature des matières végétales qui jouent un rôle. Chaque élément caractéristique des plantes produit finalement un macéral typique dans la houille; au début, les macéraux ont une composition chimique très différente. Chaque macéral à sa houillification propre. Dans la phase géochimique, les transformations sont dues en particulier à des facteurs géothermiques. Lors de cette phase géochimique, les compositions des macéraux parcourent chacune un trajet très caractéristique jusqu'à l'obtention d'un rapport H/C de 0,6. Du point de vue chimique, tous les macéraux deviennent ensuite à peu près identiques l'un à l'autre, du moins en ce qui concerne leur composition élémentaire. Dès ce moment, ils sont plus difficiles à distinguer par voie microscopique (incorporation) (fig. 9). Par suite de très grandes forces tectoniques qui ont formé de grandes montagnes de plissement, la houillification peut s'accomplir jusqu'au stade de méta-anthracite et même de graphite.

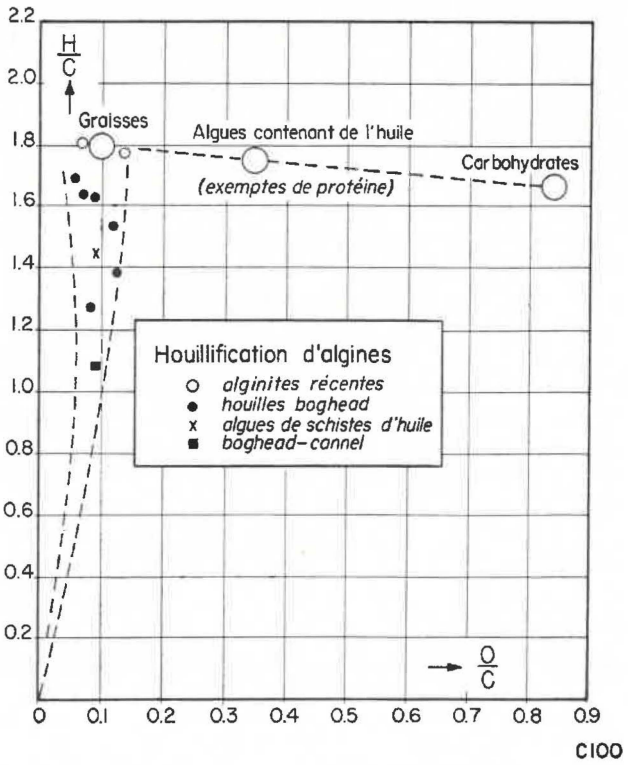


Fig. 8.

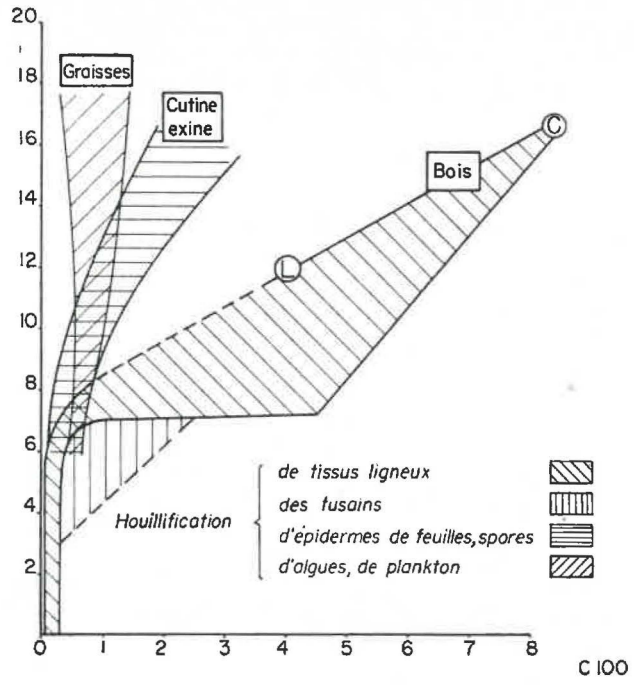


Fig. 9. — Vue schématique des différents types de houillification.

Après avoir étudié la genèse et le développement de la houille, la question se pose : que peut dire le chimiste de la structure chimique et physique de cette matière.

Ce sujet sera discuté dans la deuxième partie de cet article.

(à suivre)

BIBLIOGRAPHIE.

1) Regnault, V., Ann. de Chim. et Phys., *66*, p. 337, Ann. Mines (3), *12*, 161 (1837).
2) Zo Bell, C.E., Marine Microbiology, Waltham, Mass, 1946.
3) van der Heide, S., Steenkool, Bruinkool en Petroleum, Zutphen 1949.
4) Legraye, M., Les constituants des charbons, Thone, Liège 1932.
5) Seyler, C.A., Proc. S. Wales Inst. Engrs, 53, 254 (1938), 63, 213 (1948).
6) van Krevelen, D. W., Fuel, 29, 269 (1950).
7) Ribas-Marguès, I., Chimie Ind., 68, 333 (1952).
8) Renault, B., et Bertrand, C.E., Bull. Soc. de l'Ind. Minérale, 7, (3) 499 (1893).
9) Thiessen, R., U.S. Geol. Surv. Paper, *132*, 121 Washington 1925.
10) Stadnikoff, G., Die Entstehung von Kohlen und Erdöl, Enke, Stuttgart 1930.