

770
TERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

ADMINISTRATION DES MINES

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

ANNÉE 1943

TOME XLIV
1^{re} LIVRAISON

PC 1338
MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

JAAR 1943

BOEKDEEL XLIV
1^{ste} AFLEVERING



BRUXELLES — BRUSSEL

IMPRIMERIE Robert LOUIS

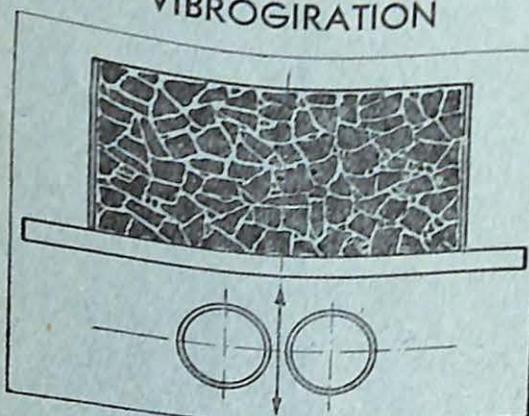
37-39, rue Borrens straat

1943

1335/2

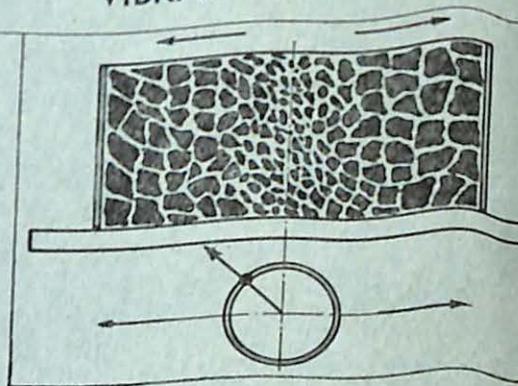
LA VIBRATION DIRIGÉE APPLIQUÉE AUX BETONS

Élément de béton
VIBROGIRATION



Influence des
" VIBRATIONS DIRIGÉES "
Brevets L. C.
Homogénéité - Haute résistance

Élément de béton
VIBRATION EMPIRIQUE



Influence des
" VIBRATIONS DISPERSÉES "
SEGREGATION

BETONS VIBROGIRES

R^e Compression :
800 à 1.000 kg./cm.

Porosité :
1,5 à 2 %

Densité :
2,52 à 2,56

VIBROGIR

construit pour l'Industrie du Béton

Tables pour charges de 20 kg. à 6 T. —
Génératrices électriques à portes-outils
universels. — Amplificateurs cinétiques.

Groupes générateurs pour télé-vibration
— Turbo-oscillateurs pour durcissement
rapide. — Alimentateurs doseurs, etc



DOCUMENTATION SUR DEMANDE GRATUITE A

VIBROGIR

24, rue de l'Autonomie, BRUXELLES — Tél. 21.17.93 - R. C. 82442

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

ADMINISTRATION DES MINES

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

ANNÉE 1943

TOME XLIV
1^{re} LIVRAISON

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

JAAR 1943

BOEKDEEL XLIV
1^{ste} AFLEVERING



BRUXELLES — BRUSSEL

IMPRIMERIE Robert LOUIS

37-39, rue Borrens straat

1943

Nous offrons . . .

aux propriétaires d'appareils à vapeur, d'étudier tous problèmes se rapportant à la combustion de tous les charbons et à la récupération des chaleurs perdues.

Le matériel WANSON : Economiseurs, Réchauffeurs d'air, etc., vous assurera, dans chaque cas, la solution idéale.

Demandez-nous
notre notice

30 ANS D'EXPERIENCE

Nombreuses références.

ETABLISSEMENTS

Wanson

CONSTRUCTION DE MATERIEL THERMIQUE . S. A.

222, RUE ROYALE • BRUXELLES • TÉLÉPHONE : 17.80.34

Fr. Delamare, 51, r. de Florence, Brux.



IN MEMORIAM

GUSTAVE RAVEN

Dans la matinée du 3 février dernier se répandait, d'abord à Bruxelles, puis parmi tout le monde industriel belge, la nouvelle du décès de M. le Directeur Général honoraire des Mines, Gustave RAVEN.

L'affection du cœur dont il souffrait depuis l'automne 1940 et qu'il supportait avec une résignation souriante durant les derniers mois de son activité administrative, le terrassa soudainement, malgré les soins empressés des siens, alors qu'il jouissait depuis seulement deux mois d'une retraite bien méritée.

Quiconque a été en rapport avec Gustave RAVEN a subi le charme de la civilité et de la haute conscience qui l'animaient.

Quiconque a eu le privilège de collaborer à l'un ou l'autre des devoirs qu'il assumait en tant que haut fonctionnaire de l'Administration des Mines ou à l'une ou l'autre des nombreuses tâches dont il voulait bien se charger a pu apprécier sa grande compétence dans de nombreux domaines, tant économiques que techniques et sociaux, son esprit clair et précis, son souci constant d'équité et ses efforts inlassables pour rechercher les solutions les plus justes et les mieux appropriées aux circonstances.

Quant à son infatigable ardeur au travail et à sa vivacité d'intelligence, elles ne cessaient jamais d'étonner ses collègues et ses collaborateurs de tous les jours, tout spécialement ceux dont il s'était entouré à la Direction Générale des Mines.

Sévère pour lui-même, il était foncièrement bon pour les autres.

Né à Jemeppe-sur-Meuse, le 10 mai 1876, Gustave RAVEN conquist, en 1899, le diplôme d'Ingénieur civil des Mines à l'Université de Liège et se présenta la même année au concours d'admission au Corps des Ingénieurs des Mines. Il se classa premier et entra en fonctions au troisième arrondissement des Mines à Charleroi, le 1^{er} janvier 1900. Passé, en 1903, au huitième arrondissement des Mines, à Liège, il y accéda, en 1913, au grade d'Ingénieur principal.

A cette époque, il professa durant de nombreuses années à l'Ecole Industrielle Supérieure de Liège.

Au début de 1920, il fut appelé à l'Administration Centrale des Mines, à Bruxelles. Bientôt promu au grade d'Ingénieur en Chef-Directeur, il assumait dès lors, en ordre principal, le service délicat de tout ce qui est relatif à la réglementation minière et, en ordre accessoire, le Secrétariat du Comité Directeur des *Annales des Mines de Belgique*, y mettant constamment en pratique son souci de la clarté du style et d'une présentation correcte de tous les travaux publiés dans cette importante revue officielle.

Curieux de tout ce qui intéressait l'art de l'Ingénieur et, en particulier, l'art des Mines, il se maintenait constamment au courant des activités techniques.

Sous son nom parurent sans interruption entre 1924 et 1934, de nombreuses monographies sur les accidents graves survenus dans les mines, tant au fond qu'à la surface, notamment sur les accidents survenus dans les puits et dans les cheminées d'exploitation, dans les galeries horizontales et les galeries inclinées au cours de la circulation des ouvriers et du transport des produits, sur les accidents causés par le grisou, ainsi que sur ceux dus à des éboulements, à l'emploi d'explosifs, à des coups d'eau, à l'électricité et à des causes diverses.

En septembre 1934, il fut chargé de la Direction Générale des Mines, fonction qu'il remplit jusqu'à sa mise à la retraite, le 1^{er} décembre 1942 et ce, concurremment de mi-mai au 12 août 1940, avec l'interim du Secrétariat Général du Département des Affaires Economiques et des Classes Moyennes dans les circonstances particulièrement difficiles du début de l'occupation du pays par l'armée allemande.

Dès son accession au poste de Directeur Général des Mines, Gustave RAVEN prit spécialement à cœur les questions d'ordre économique auxquelles l'Administration des Mines était liée et qui, on s'en souvient, présentaient à cette époque un caractère de gravité particulière en raison de la crise industrielle.

C'est ainsi qu'il contribua efficacement, dès la fin de l'année 1934, à l'action du Gouvernement en vue d'amener les sociétés charbonnières à compléter leur organisation commerciale commune, en s'affiliant sans exception à l'Office National des Charbons, devenu depuis lors, le Comptoir Belge des Charbons. C'est encore ainsi qu'il fut mêlé à maintes reprises à des tractations économiques internationales à titre de repré-

sentant du Gouvernement pour la défense des intérêts charbonniers belges.

A maintes et maintes reprises, il prêta inlassablement ses bons offices pour tenter de résoudre les difficultés tant économiques que sociales, qui s'élevaient notamment dans l'industrie des carrières.

Gustave RAVEN excellait, on peut l'affirmer sans crainte, dans la tâche délicate qui consistait à accorder les thèses, souvent opposées, soutenues par les patrons et par les représentants du personnel ouvrier. Et c'est unanimement que chacun reconnaissait son esprit d'équité, son tact et son habileté à faire prévaloir des solutions apaisantes au sein des nombreuses commissions paritaires qu'il présidait et parmi lesquelles se trouvaient deux des plus anciennes et des plus importantes : celle des mines et celle de la sidérurgie.

Délégué à plusieurs reprises aux Conférences internationales tenues à Genève, il eut, en 1938, le grand honneur — qu'il reportait sur son Pays — d'être appelé à la présidence de la Conférence technique tripartite, concernant la durée du travail dans les mines de charbon.

Par ailleurs, Gustave RAVEN présidait encore nombre de commissions ou d'organismes à caractère technique, économique ou social.

Citons, parmi d'autres :

- le Conseil d'Administration de l'Institut National des Mines;
- le Conseil d'Administration du Fonds National de retraite des ouvriers mineurs;
- le Comité technique et financier de ce Fonds;

- la Commission de revision des règlements miniers;
- le Comité permanent d'Electricité;
- la Commission consultative permanente des appareils à vapeur;
- la Commission d'hygiène des usines à zinc;
- la Commission de l'enseignement minier, etc., etc.

Il était également membre d'autres institutions diverses, parmi lesquelles :

- le Conseil Supérieur du Travail et de la Prévoyance Sociale;
- le Fonds National de la Recherche Scientifique;
- les jurys des fondations Harzé et Jouniaux, etc., etc.

La mission dont Gustave RAVEN fut chargé au début de l'occupation du pays (mai à août 1940) comme Secrétaire Général ad interim du Département des Affaires Economiques fut particulièrement délicate et laborieuse.

Il intervint tout d'abord dans les pourparlers avec la Wehrmacht, ayant abouti à la déclaration de Bruxelles « ville ouverte ».

Il participa avec ses collègues des autres départements aux premiers contacts avec les autorités militaires d'occupation, ayant eu comme résultat le maintien en activité des autorités administratives belges et la remise au travail de la population civile.

Immédiatement après, il assumait les premiers pourparlers avec les autorités économiques d'occupation.

En même temps, et en tant que Directeur Général des Mines, il s'occupait de la remise en activité des charbonnages, dont bon nombre avaient subi des dégâts

plus ou moins considérables par les effets des bombardements et spécialement par les inondations dues à l'arrêt des travaux.

Bien que de caractère modeste, éloigné de toute vanité, Gustave RAVEN avait vu ses grands mérites reconnus officiellement par de hautes décorations :

Il était Commandeur de l'Ordre de la Couronne depuis 1930 et Commandeur de l'Ordre de Léopold depuis 1935. Il était également porteur de la Croix civique de première classe, de la décoration spéciale de prévoyance, de la médaille du Centenaire et de l'Ordre de Polonia Restituta.

On peut dire, en toute certitude, que Gustave RAVEN, grand serviteur du Pays, est mort à la tâche, s'étant donné totalement au service de l'Administration et des divers organismes qu'il dirigeait ou auxquels il coopérait.

Il laisse le souvenir d'une belle figure, dont l'activité n'avait d'égale que l'affabilité et la courtoisie.



IN MEMORIAM

GUSTAVE RAVEN

In den voormiddag van den 3 Februari j. l., verspreidde zich, eerst te Brussel, daarna in heel de Belgische industriele wereld, het nieuws van het overlijden van den H. Eere Directeur-Generaal der Mijnen, Gustave RAVEN.

Sedert den herfst van het jaar 1940 leed hij aan een hartaandoening, waarvan hij den last, gedurende de laatste maanden van zijn ambtelijke bedrijvigheid, met een glimlachende gelatenheid droeg. Ondanks de goede zorgen zijner familieleden, velde de kwaal hem plotselings neer, toen hij slechts sedert twee maanden een welverdiende rust genoot.

Alwie met Gustave RAVEN in betrekking stond, kwam onder den indruk van de fijngeaardheid en van het hooge plichtsgevoel, die hem kenmerkten.

Alwie het voordeel heeft genoten mede te werken aan de vervulling van eene der vele verplichtingen, die hij, als hooge ambtenaar van het Mijnwezen, op zich had genomen, of van de vele opdrachten, waarmede hij zich wel wilde belasten, is getuige geweest van zijn groote bekwaamheid op velerlei gebied, zoowel economisch als technisch en sociaal, van zijn klaren en nauwkeurigen geest, zijn bestendige bezorgdheid om recht-

vaardigheid, en zijne onvermoeibare inspanningen om die oplossingen te zoeken, die het billijkst en het best aan de omstandigheden aangepast waren.

Wat zijn onvermoeibaren ijver bij het werk en de levendigheid van zijn verstand betreft, zij hielden nooit op de bewondering gaande te maken van zijn collega's en zijn dagelijksche medewerkers, inzonderheid van diegenen, door wie hij zich in het Hoofdbestuur van het Mijnwezen omringd had.

Streng voor zich zelf, was hij in den grond goed voor de anderen.

Geboren te Jemeppe-sur-Meuse den 10ⁿ Mei 1876, behaalde Gustave RAVEN, in 1899, het diploma van burgerlijk mijnningenieur aan de Universiteit te Luik en meldde hij zich het zelfde jaar aan voor den toelatingswedstrijd voor het Korps der Rijksmijnningenieurs. Hij werd als eerste gerangschikt en trad in dienst in het derde Mijnarrondissement te Charleroi den 1ⁿ Januari 1900. Vandaar ging hij, in 1903, over naar het achtste Mijnarrondissement te Luik, waar hij, in 1913, tot den graad van eerstaanwendend ingenieur werd bevorderd.

In dien tijd was hij gedurende vele jaren leeraar aan de Hoogere Nijverheidsschool te Luik.

In het begin van 1920 werd hij naar het Hoofdbestuur van het Mijnwezen te Brussel geroepen. Weldra gepromoveerd tot den graad van Hoofdingenieur-Directeur, nam hij van dan af, als hoofdtaak, den kieschen dienst waar van alles, wat op de mijnreglementeering betrekking heeft, en, terzelfder tijd, als bijtaak, het Secretariaat van het Bestuurscomité der *Annales des Mines de Belgique*; hier stelde hij bestendig in praktijk zijn zorg

voor duidelijkheid van stijl en voor een juiste voorstelling van al de in dit belangrijk officieel tijdschrift gepubliceerde werken.

Belang stellend in al wat de kunde van den ingenieur en, inzonderheid, de Mijnbouwkunde betreft, hield hij zich bestendig op de hoogte van de technische bedrijfheden.

Tusschen 1924 en 1934 verschenen onafgebroken, onder zijn naam, talrijke verhandelingen over de ernstige ongevallen, die zich in de mijnen hadden voorgedaan, zoowel in den ondergrond als op den bovengrond, inzonderheid, over de ongevallen in de schachten en in de stortkokers, in de horizontale en in de hellende galerijen, gedurende het verkeer der werklieden en het vervoer der voortbrengselen, over de ongevallen veroorzaakt door het mijngas, alsmede over deze te wijten aan instortingen, aan het gebruik van springstoffen, aan waterdoorbraken, aan de electriciteit en zoo meer.

In September 1934 werd hij met de Algemeene Directie van het Mijnwezen belast, functie welke hij uitoefende tot zijn op rust stelling den 1ⁿ December 1942 en dit, van half Mei 1940 af tot den 12ⁿ Augustus van hetzelfde jaar, gelijktijdig met de waarneming van het Algemeen-Secretariaat van het Departement van Economische Zaken en Middenstand, in de bijzonder moeilijke omstandigheden van het begin van s'Lands bezetting door het Deutsche leger.

Van bij zijn ambtsaanvaarding als Directeur-Generaal der Mijnen, nam Gustave RAVEN bijzonder de vraagstukken van economischen aard ter harte, waarbij het Beheer van het Mijnwezen betrokken was en die in dien

tijd, men zal het zich herinneren, een bijzonder ernstig karakter vertoonden wegens de crisis in de nijverheid.

Alzoo werkte hij, van het einde van het jaar 1934 af, met vrucht mede aan de actie der Regeering om de vennootschappen der kolennijverheid er toe te brengen hun gemeenschappelijke handelsorganisatie te voltooien door, zonder onderscheid, aan te sluiten bij het « Office National des Charbons », dat later het « Comptoir belge des Charbons » geworden is. Als vertegenwoordiger der regeering, nam hij menigmaal deel aan de internationale economische onderhandelingen en verdedigde er gewetensvol de belangen der Belgische kolennijverheid.

Herhaaldelijk en onvermoeibaar bood hij zijn bemiddeling aan om de moeilijkheden op te lossen, zoowel economische als sociale, die, inzonderheid in de steengroefnijverheid, opdoken.

Gustave RAVEN muntte uit, men mag het gerust zeggen, in de kiesche taak de dikwijls tegenstrijdige stellingen, verdedigd door de patroons en door de vertegenwoordigers van het arbeidspersoneel, te verzoeven. En algemeen erkende elkeen zijn rechtvaardigheidsgeest, zijn tact en zijn behendigheid om de meest bevredigende oplossingen te doen zegevieren in den schoot van de talrijke paritaire commissies, waarvan hij het voorzitterschap waarnam en waaronder zich twee der oudste en voornaamste bevonden; deze der mijnen en deze der ijzernijverheid.

Verscheidene malen afgevaardigd naar de internationale conferenties te Genève, had hij in 1938, de groote eer — eer die hij trouwens op zijn Land overdroeg — geroepen te worden tot het voorzitterschap

van de Driedledige Technische Conferentie, betreffende den arbeidsduur in de steenkolenmijnen.

Verder zat Gustave RAVEN nog talrijke commissies en organismen met een technisch, economisch of sociaal karakter voor.

Noemen wij, onder anderen :

den Beheerraad van het Nationaal Mijninstituut;

den Beheerraad van het Nationaal Mijnwerkerspensioenfonds;

het Technisch- en Financieel Comité van dit fonds;

de Commissie voor herziening der mijnreglementen;

het Vast Electrotechnisch Comité;

de Vaste Commissie van Advies inzake Stoomtoestellen;

de Gezondheidscommissie der Zinkfabrieken;

de Commissie van het Mijnbouwonderwijs, enz., enz.

Hij was insgelijks lid van verscheidene andere instellingen, onder meer :

den Hoogen Raad van Arbeid en Sociale Voorzorg;

het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek;

de Jury's der Stichtingen Harzé en Jouniaux, enz., enz.

De opdracht, met dewelke Gustave RAVEN belast werd, in het begin van 's lands bezetting, als waarnemend Secretaris-Generaal van het Departement van Economische Zaken (van Mei tot Augustus 1940), was bijzonder kiesch en moeilijk.

Vooreerst kwam hij tusschenbeide in de besprekingen met de Wehrmacht, ten gevolge waarvan Brussel « open stad » werd verklaard.

Hij nam met zijn collega's der andere departementen deel aan de eerste onderhandelingen met de bezettende

militaire overheden, welke als gevolg hadden, dat de Belgische administratieve overheden in dienst bleven en de burgerbevolking terug aan het werk werd gesteld.

Onmiddellijk daarna nam hij de taak der eerste besprekingen met de economisch bevoegde overheden der bezitting op zich.

Terzelfdertijd hield hij zich, als Directeur-Generaal der Mijnen, bezig met het terug in werking stellen der kolenmijnen, waarvan een groot aantal min of meer ernstige schade geleden had door de uitwerkselen van de bombardementen en, inzonderheid, door het onder water schieten, ten gevolge van het stilleggen der werken.

Alhoewel nederig van aard en vrij van alle ijdelheid, zag Gustave RAVEN zijn groote verdiensten officieel erkend door hooge onderscheidingen :

Hij was sedert 1930, Commandeur van de Kroonorde en, sedert 1935, Commandeur van de Leopoldsorde. Hij was insgelijks drager van het Burgerlijk Kruis van eerste klasse, van het bijzonder eereteken van voorzorg, van de medaille van het eeuwfeest en van de Orde Polonia Restituta.

Men mag, met alle zekerheid, zeggen dat Gustave RAVEN, groot dienaar van het Land, bij zijn werk is gestorven, na zich volledig gegeven te hebben aan den dienst der administratie en der verscheidene organismen, welke hij leidde of waaraan hij medewerkte.

Hij laat de gedachtenis na van een schoone figuur, wier werkzaamheid slechts geëvenaard werd door haar minzaamheid en haar hoffelijkheid.

RAPPORT
SUR LES
TRAVAUX DE 1942
DE
l'Institut National des Mines⁽¹⁾

PAR

ADOLPHE BREYRE,
Inspecteur Général des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut,
Professeur à l'Université de Liège.

SOMMAIRE :

Avant-propos	15
1. Travaux sur les explosifs.	
Galerie expérimentale : 1. Tirs de contrôle. — 2. Tirs de démonstration à l'occasion de visites éducatives. — 3. Essais d'un explosif brisant gagné en présence de poussières de charbon. — 4. Tirs pour étude d'accidents.	17
2. Recherches sur les détonateurs.	
A. Vérification de détonateurs ordinaires	21
B. Détonateurs électriques. — Vérification de détonateurs à temps de la D.A.G.	21
Examen d'un ohmètre et de 58 détonateurs à la demande du 2 ^e Arrondissement des Mines	22
Cellule pour la vérification des détonateurs électriques à basse tension	31
Explosion intempestive d'un détonateur	35
3. Etude d'exploseurs.	
A. Exploseurs de la firme Brün de Krefeld	35
B. Exploseurs usagés	38
4. Eclairage des mines.	
A. Lampe électrique portative M. O. A. H.-3 (Dominitwerke)	38

(1) De Vlaamsche tekst van dit verslag zal in de 2^e aflevering verschijnen.

B. Lampe électropneumatique (Friemann et Wolf)	38
C. Huiles d'éclairage pour lampes à flamme	41
D. Lampe électrique combinée avec grisoumètre (Dominitwerke)	45
E. Explosion d'une lampe électrique portative	52
5. Etude du matériel électrique antigrisouteux.	
A. Matériel agréé en 1942	59
B. Réduction de dimensions des joints pour les appareils de petite capacité	59
C. Examen d'une résistance (A.C.E.C.) sans bain d'huile.	60
6. Emploi des locomotives Diesel	61
7. Ventilation des mines	61
8. Accident par asphyxie	61
9. Inflammation des vapeurs de benzine	62
10. Contrôle grisométrique effectué pour l'Administration des Mines	64
11. Appareils électriques et divers agréés en 1942	67
12. Propagande de la sécurité.	
Diffusion des tracts et publications de l'Institut	81
Liste des visites éducatives reçues en 1942	82
13. Laboratoire de recherches scientifiques.	
(Service de M. Ad. Van Tiggelen.)	
A. Analyse d'échantillons d'air envoyés à la suite d'accidents	85
B. Mise au point d'une méthode de dosage du CO par l'oxyde d'argent	85
C. Recherches sur l'oxydation photosensibilisée du méthane.	84
D. Projets de recherches pour 1943	86
14. La question des filaments métalliques.	
Peuvent-ils ne pas enflammer le grisou?	89
a) Etude de la question au point de vue théorique, par M. Ad. Van Tiggelen	91
b) Expériences diverses et leur interprétation, par M. l'Ingénieur principal Fripiat	105
c) Conclusions acquises en avril 1943	142
15. Le dosage de l'oxyde de carbone par l'oxyde d'argent, par M. Ad. Van Tiggelen	145
16. Conclusions	151

AVANT-PROPOS

Les travaux de 1942 ont été forcément limités par les circonstances; les travaux de recherches, à part les expériences de M. Van Tiggelen relatives aux réactions en chaîne et aux phénomènes photochimiques qui s'y rapportent, sont remis à des temps meilleurs.

Les travaux de contrôle se sont réduits à l'essentiel dans le domaine des explosifs, des lampes, des appareils électriques antigrisouteux; de même, notre activité est restée réduite en ce qui concerne les visites éducatives : notre propagande de la sécurité par la diffusion des tracts et publications de l'Institut a repris une certaine importance.

Parmi les appareils électriques antigrisouteux, signalons l'admission, cette année, d'une résistance métallique à refroidissement naturel, non immergée dans l'huile, la température extérieure des parois étant limitée à 200° centigrades.

Un incident qui nous a désagréablement préoccupé a été l'explosion d'une lampe électrique portative dans un local de surface d'un charbonnage du Hainaut :

dans ce local existait un poêle ouvert où a pu s'amorcer la décomposition des gaz de celluloid de l'enveloppe de l'accumulateur de la lampe; nous renvoyons aux détails donnés dans le corps du rapport.

Signalons enfin l'examen de trois locos Diesel destinées aux travaux des mines grisouteuses; le marché semble dénoter un certain degré de saturation de ces mines, de même la puissance marque plutôt un recul, montrant que nos gisements ne sont pas aptes à absorber des locomotives trop importantes.

Dans le contrôle des voies de retour d'air, nous avons pu procéder à 821 analyses de l'air grisouteux de nos mines. Dans 31 cas, la teneur atteignait plus de 2 %.

Ce contrôle, dans son ensemble, n'a pas marqué d'aggravation de la situation.

Malgré notre activité forcément réduite, nous avons pu faire face à toutes les demandes qui nous ont été adressées notamment sur des défauts signalés sur les explosifs ou le matériel du tir.

Rapport sur les Travaux de 1942

PAR

AD. BREYRE

Inspecteur général des Mines
Administrateur-Directeur de l'Institut
Professeur à l'Université de Liège

I. — TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS

Résumons les travaux exécutés en 1942.

Galerie expérimentale.

I. *Tirs de contrôle.* — Quatre tirs effectués sur un échantillon d'Alkalite envoyé par le fabricant à la suite de l'inflammation de grisou survenue le 11 juin au siège de Micheroux des Charbonnages du Hasard.

La charge-limite de cet échantillon était redevenue normale (900 grs). L'échantillon prélevé aux Charbonnages du Hasard avait montré aux essais une charge-limite amoindrie.

2. *Tirs de démonstration à l'occasion de visites éducatives.* — Trente-quatre tirs.

3. *Essais d'un explosif brisant gainé en présence des poussières de charbon.* — Onze tirs.

L'explosif en cause était la Fractorite des Poudreries Réunies de Belgique, dont voici la composition :

Nitrate ammonique	79,00 %
Trinitrotoluol	13,00 %
Nitroglycérine.	4,00 %
Farine de bois.	4,00 %

On remarquera que cet explosif n'est pas classé parmi les S.G.P.; il n'a pas de sels refroidissants.

Cet explosif devait être utilisé pour l'abatage du charbon et tiré avec des détonateurs à temps. Il a été essayé sans gaine et avec gaine en présence de poussières de la couche, en mélange non grisouteux.

Les résultats obtenus en galerie expérimentale méritent d'être retenus, parce qu'ils montrent à la fois le supplément de sécurité apporté par la gaine et l'influence de la finesse des poussières de deux couches ayant sensiblement la même teneur en matières volatiles.

A) Poussières de la couche Sainte-Marie des Charbonnages d'Oignies-Aiseau :

Analyse du charbon :

Humidité	0,8 %
M. V.	8,81 %
Cendres	8,37 %

a) Finesse des poussières : 5,1 % passant le tamis de 6.400 mailles/cm².

Deux charges de 6 cartouches, non gainées, explosent avec un décalage de 1 seconde : pas d'inflammation.

b) Finesse des poussières : 45 % passant le tamis de 6.400 mailles/cm².

Deux charges de 7 cartouches, non gainées, explo-

sent avec un décalage de 1 seconde : pas d'inflammation.

B) Poussières de la couche Quinault des Charbonnages de Tamines :

Analyse du charbon :

Humidité	1,6 %
M. V.	8,8 %
Cendres	5,61 %

Finesse des poussières : 80 % passant le tamis de 6.400 mailles/cm².

Deux charges de 7 cartouches, non gainées, explosent avec un décalage de 1 seconde : inflammation.

Deux charges de 8 cartouches gainées explosent avec un décalage de 1 seconde : pas d'inflammation.

Ces tirs écartent toute possibilité d'emploi de ces explosifs en milieu grisouteux, mais laissent la question ouverte en cas où la poussière de grande finesse est en cause dans des couches à 8 % seulement de matières volatiles.

4. — *Tirs pour étude d'accidents :*

A) Le 2 mai 1942, au siège Vieille-Marihaye des Charbonnages d'Ougrée-Marihaye, une explosion de grisou fut provoquée par le tir d'une mine de bosseyement de la voie d'aéragé d'un chantier dans Désirée-8° plat.

Après l'accident, on constata que la charge avait fait canon, creusant une petite excavation cylindrique horizontale mesurant 10 centimètres de diamètre, à l'orifice du fourneau : les terrains n'avaient d'ailleurs été soulevés que très légèrement.

L'Ingénieur verbalisant fut amené à supposer que la mine avait été bourrée avec du papier.

Nous avons, dans la suite, procédé à cinq tirs de l'explosif utilisé au charbonnage (Alkalite) qui ont montré qu'un bourrage de papier n'aggravait pas notablement le risque d'inflammation, même en présence d'une atmosphère grisouteuse suroxygénée.

B) Un tir effectué dans un chassage en ferme dans la couche Jeanne provoqua une inflammation du grisou le 11 juin 1942 au siège de Micheroux des Charbonnages du Hasard.

Le boutefeux, après avoir fait sauter successivement quatre mines d'Alkalite gainée, était revenu à front et avait constaté la présence de flammes bleues sur le tas de déblais, flammes qui furent rapidement éteintes par le jet d'un extincteur.

A la suite de cet incident, nous avons vérifié la charge-limite en grisou de l'explosif non gainé.

Le grisou fut enflammé par huit, mais non pas sept cartouches.

La charge-limite était donc inférieure à la valeur normale (900 grs) constatation qui a été signalée au fabricant. Celui-ci nous présenta alors un échantillon dont la charge-limite fut trouvée normale (voir plus haut : tirs de contrôle).

C) Etudes diverses : L'étude des circonstances de la catastrophe de Tessengerloo nous a donné l'occasion d'examiner l'aptitude à la détonation du nitrate ammoniac pur ou mélangé à d'autres produits en vue de la fabrication d'engrais (Nitrochaux).

Ces produits ne détonent pas sous le choc d'un mouton de 29,5 K° tombant de 1 m. 70.

Amorcés d'un détonateur, ils explosent dans le bloc de plomb, mais pas dans une boîte métallique, même sous bourrage de sable.

2. — RECHERCHES SUR LES DETONATEURS

Nous avons été appelés plusieurs fois à vérifier des amorces et détonateurs.

A) Vérification de détonateurs ordinaires.

Ces détonateurs, au nombre de 33, avaient été prélevés au dépôt de l'Ardoisière de Warmifontaine. Nous devons vérifier leur puissance.

Deux détonateurs du lot paraissaient ne pas être normaux.

L'un d'eux n'a pas fait détoner une cartouche d'explosifs S.G.P., l'autre a donné sur la plaque de plomb une empreinte de dimensions anormalement réduites.

B) Détonateurs électriques.

a) Nous avons vérifié la régularité de départ de détonateurs à temps de la Dynamit Aktien Gessellschaft de Troisdorf.

Ces essais, qui ont porté sur 110 détonateurs, ont montré une régularité meilleure que celle constatée en 1935 lors de notre première étude des détonateurs à temps.

Ils ont permis d'abroger la prescription limitant à 0,75 seconde, l'intervalle minimum s'écoulant entre deux retards consécutifs.

C'est pourquoi, la décision n° 13D/5876 du 12-10-1942 de la Direction générale des Mines a autorisé l'utilisation de toute la gamme des retards prévus par

le fabricant (10 retards s'échelonnant, par demi-seconde d'intervalle de 0 à 5 secondes).

* * *

b) A la demande de la Dynamit Aktien Gesellschaft de Troisdorf, nous avons procédé à l'étude de détonateurs à temps provenant de cette firme.

Nos essais qui ont porté sur 220 détonateurs, avaient le double but de déterminer la sensibilité des amorces par le tracé de la courbe d'inflammation des amorces les moins sensibles, ainsi que la régularité d'explosion des détonateurs par la mesure des temps d'explosion (temps s'écoulant entre le lancé du courant et la rupture du circuit de tir).

Il a été reconnu par ces essais que les détonateurs de la D.A.G. présentaient les caractéristiques voulues pour assurer le départ sans raté des mines dans un tir normal.

Une vérification ultérieure des mêmes détonateurs n'a pas montré des qualités égales.

Ces essais ont donné lieu à un échange de vues avec les ingénieurs de la D.A.G.

* * *

c) A la demande de M. Hoppe, Ingénieur principal des Mines, chargé de la direction du deuxième Arrondissement des Mines à Mons, nous avons procédé au charbonnage de Maurage à la vérification d'un ohmmètre et d'un lot de 58 détonateurs.

L'examen de l'appareil n'a pas donné lieu à observation spéciale.

Parmi les détonateurs, nous en avons trouvé deux présentant une résistance anormalement élevée, à un point

tel que ces détonateurs auraient provoqué un raté général s'ils avaient été utilisés dans un circuit multiple.

Extrayons du rapport du 17 décembre 1942 de M. l'Ingénieur principal Fripiat les détails suivants :

Vérification de l'ohmmètre utilisé par le Charbonnage de Maurage.

Cet ohmmètre, de fabrication anglaise, du type « Megger Patent n° 400.728 » est alimenté par une pile sèche. Il possède deux sensibilités 0-3 ohms et 0-30 ohms.

Nous l'avons vérifié en utilisant notre pont de Wheatstone (pont type 650-A de la General Radio) et une résistance à curseur réglable de 0 à 34 ohms.

Ci-après, j'indique les valeurs données pour une même résistance, par le pont et l'ohmmètre :

Résistance :

<i>Au pont :</i>	<i>A l'ohmmètre.</i>
(Sensibilité : 0-3 ohms)	
2,92	2,95
2,00	2,00
0,8	0,90
(Sensibilité : 0-30 ohms)	
9,3	10,—
19,5	20,10
28,0	30,1
4,0	4,8

Au cours de la vérification, nous constatons que le système de pinces à guillotine de l'ohmmètre ne réalise pas toujours un contact parfait. Généralement, la manœuvre répétée de ces pinces améliore le contact, ce qui se traduit par une diminution de la résistance indiquée.

La connexion par bornes serrables à la main, serait bien supérieure au point de vue de la qualité des contacts, mais elle nuirait à la célérité de la vérification.

Vérification des détonateurs

a) Lot de 10 détonateurs classés à 5 ohms par le charbonnage.

Ces détonateurs sont pourvus de conducteurs en fer de 2 m. de longueur. Sur l'emballage, figurent les indications suivantes :

Résistance 3,9 ohms
18 novembre 1942
n° 9417.

La vérification au pont indique les résistances suivantes :

3,72 ohms	1 détonateur
3,79 —	1 —
3,87 —	1 —
3,90 —	3 —
3,92 —	2 —
3,93 —	1 —
3,94 —	1 —

Pour un détonateur de 3,92 ohms (au pont) l'ohmmètre du charbonnage indique 5,8 ohms, puis 5 ohms.

Il y a divergence entre le pont et l'ohmmètre; cependant, le classement effectué par le charbonnage introduit dans une même série, dite de 5 ohms, des détonateurs dont la résistance moyenne est de 3,88 avec un écart de 0,2 ohm seulement entre les extrêmes.

b) Lot de 10 détonateurs classés à 4 ohms par le charbonnage.

Ces détos proviennent du même paquet que ceux vérifiés ci-avant.

La vérification au pont indique les résistances suivantes :

3,28 ohms	(1 détonateur)
3,29 —	(1 —)
3,32 —	(3 —)
3,36 —	(2 —)
3,37 —	(1 —)
3,41 —	(1 —)
3,47 —	(1 —)

d'où résistance moyenne de 3,35 ohms, écart entre les extrêmes : 0,19 ohm.

Pour le détonateur de 3,36 ohms (au pont) l'ohmmètre indique (4,05 ohms, d'où erreur par excès de 0,69 ohm.

c) Lot de 10 détonateurs non vérifiés par le charbonnage dont l'emballage porte les indications suivantes :

3,9 ohms
11-11-42
n° 9417.

Ces détonateurs possèdent des conducteurs en fer, longs de 2 mètres. La vérification au pont indique les résistances suivantes :

3,42 ohms	(1 détonateur)
3,51 —	(1 —)
3,54 —	(1 —)
3,56 —	(1 —)
3,58 —	(1 —)
3,65 —	(1 —)
3,68 —	(1 —)
3,86 —	(1 —)
3,92 —	(1 —)

d'où résistance moyenne de 3,64 ohms, écart entre les extrêmes : 0,5 ohm.

Le détonateur de 3,65 ohms (au pont) donne à l'ohmmètre du charbonnage 4,5 ohms, puis après manœuvre des pinces de contact, 4,3 ohms, soit encore une erreur par excès de 0,65 ohm.

d) Lot de 10 détonateurs à retard 5, à fils de cuivre de 2 mètres, ayant, d'après le fabricant, une résistance moyenne de 2,3 ohms.

Essayés à l'ohmmètre par le préposé du charbonnage, ils ont été classés à 2,30-2,35 ohms.

La vérification au pont donne les résistances suivantes :

2,31 ohms	(1 détonateur)
2,35 —	(2 —)
2,37 —	(1 —)
2,38 —	(1 —)
2,39 —	(1 —)
2,40 —	(2 —)
2,41 —	(2 —)
2,44 —	(1 —)

d'où résistance moyenne de 2,38 ohms, écart entre les extrêmes 0,13 ohm.

Pour le détonateur de 2,4 ohms, les indications du pont et de l'ohmmètre du charbonnage sont concordantes.

e) Lot de 18 détonateurs classés comme défectueux. Ces détonateurs sont classés comme défectueux par le charbonnage, parce que leur résistance diffère trop de celle indiquée sur l'emballage (2,3 ohms).

Tous ces détonateurs sont pourvus de conducteurs en cuivre.

La vérification au pont donne les résistances suivantes :

1,55 1,88 1,92 2,13 2,38 2,40 2,60 2,70 2,81
 2,86 (2 détos) 2,90 3,08 3,20 5,20 330 1000
 résistance infinie (l'un des conducteurs est coupé à l'intérieur contre le sertissage).

Huit de ces détonateurs ont été examinés à nouveau à l'Institut, notamment ceux dont la résistance était de 330 et 1.000 ohms.

Au cours d'une nouvelle vérification, nous constatons que ces deux détonateurs ont une résistance qui varie lorsqu'on agite les conducteurs.

Nous avons noté successivement pour le premier 330, 480 puis 700 ohms, pour le second 1.000 puis 140 ohms.

Le détonateur à 330 ohms est un déto instantané, pourvu de conducteurs de 2 m. de longueur, serrés à leur entrée dans le tube de cuivre, dans un bouchon de caoutchouc.

Nous coupons les conducteurs à 2 cm. de la tête.

Au pont, nous constatons alors pour les conducteurs, une résistance de 0,2 hm, pour le détonateur 700 ohms.

Ce détonateur n'explose pas lorsqu'on le connecte à une batterie de 11 volts, mais bien sous la tension de 220 volts alternatif.

Le second détonateur examiné à l'Institut est un déto à retard I, pourvu de 2 conducteurs de cuivre de 2 mètres, maintenus par une tête de sertissage en plomb.

Nous coupons ces conducteurs à 2 cm. de la tête et nous relevons au pont les résistances suivantes :

0,24 ohm pour les conducteurs ;
170 ohms pour le détonateur.

Nous avons ensuite appliqué à ce détonateur la tension de 220 volts alternatif ; l'amorce s'est enflammée, mais le détonateur n'a pas explosé. La déflagration de l'amorce a créé dans le tube de cuivre une ouverture rectangulaire de 3×1 mm. et une ouverture circulaire d'un diamètre de $1/2$ mm., l'une à 35 mm. et l'autre à 29 mm. du fond du détonateur.

Le raté d'explosion ne pouvant s'expliquer que par une déféctuosité du relai, nous procédons au démontage du détonateur pour en vérifier les parties essentielles.

Par traction, nous arrachons la tête, puis par tournage, nous mettons à découvert l'entrée du tube-relai. Celui-ci renferme bien sa charge de poudre déflagrante.

Néanmoins, une amorce à poudre déflagrante (amorce de la Fabrique nationale des Produits chimiques et Explosifs) montée sur le détonateur, ne le fait pas exploser.

Au tour, nous achevons alors la fragmentation du détonateur en deux tronçons ; la coupure est pratiquée en plein dans la charge fulminante, avec certaines précautions.

Le fond du détonateur reste insensible à la déflagration de quelques grains de poudre noire. Au contraire, cette déflagration fait exploser le second tronçon, comportant à la fois le tube-relai et la charge de fulminate. Après l'explosion, on retrouve le tube-relai débarrassé de sa poudre.

On voit que tous ces essais dénotent des anomalies graves dues au régime des fabrications du temps de guerre ; aussi ne peut-on assez conseiller aux charbon-

nages soucieux de la sécurité, de soumettre en général tous les détonateurs à une vérification préalable de la résistance ohmique.

On sait que soucieux de ne pas imposer inutilement une vérification générale des détonateurs et amorces, le règlement belge n'a rendu cette vérification obligatoire pour les mines — en dehors des vérifications qui sont de règle pour les fabricants par les dispositions réglementaires — que d'une façon périodique; une prescription ayant stipulé que cette périodicité des contrôles ne devait pas être espacée de plus de trois mois.

Mais en temps de paix, les irrégularités qui étaient — très rarement d'ailleurs — mises en lumière par les essais, étaient très faibles; jamais peut-on dire, il n'en résultait une modification du classement.

On ne peut plus s'en contenter. Les exemples trouvés dans des produits de fabricants connus et renommés montrent que l'on peut rencontrer maintenant des détonateurs électriques de résistance tellement forte qu'il en résulterait un râteau certain en cas d'emploi dans un circuit de tir.

La prudence exige donc que l'on exécute désormais, tant que dure le temps de guerre, la vérification ohmique des détonateurs électriques utilisés dans le fond, de manière que cette vérification écarte à tout le moins, les amorces défectueuses telles que celles que nous avons signalées.

Il n'en résultera pas une grande charge pour les mines car, moyennant une bonne organisation, une seule personne compétente (électricien) suffira pour concentrer, pour l'ensemble des sièges d'une seule mine, avec un outillage très simple (petit local, pupi-

tre de vérification, ohmmètre analogue à ceux en usage dans les fabriques d'explosifs).

Quelques précautions élémentaires sont utiles pour prévoir le cas de l'explosion intempestive d'un détonateur lors de la vérification.

Qu'on ne se méprenne pas, la vérification de la résistance ohmique écarte des irrégularités de fabrication, mais ne peut pas, dans tous les cas, détecter des différences de sensibilités des amorces, que cet essai ne mesure pas.

Si le procédé de mesure de la résistance ohmique a été choisi, c'est à cause de sa facilité d'application et de l'amélioration incontestable de la fabrication par la constance qu'il assure.

Aussi, devons-nous recommander de généraliser le procédé tant que dure la guerre de façon à écarter aisément les amorces défectueuses.

D'une façon générale, les conducteurs en cuivre, métal beaucoup plus ductile, se tréfilant d'une façon plus régulière, assure une bien meilleure fabrication, une résistance bien moindre et beaucoup plus constante que les fils de fer qui se tréfilent d'une manière moins régulière et offrent une résistance plus ou moins variable. Nous donnons plus loin les renseignements voulus sur l'aménagement d'une cellule de vérification des détonateurs électriques à basse tension (voir page 20).

* * *

d) A la demande de la Société Foraky et pour faire face à la pénurie momentanée de cuivre, nous avons examiné la possibilité de substituer l'aluminium au cuivre pour la fabrication des conducteurs de détonateurs.

Nous avons constaté que les étincelles jaillissant entre deux conducteurs ne devenaient pas plus dangereuses par la substitution de l'aluminium au cuivre.

Nous avons tiré, en outre, en atmosphère grisouteuse des charges d'explosifs S.G.P. dont certaines cartouches étaient entourées de fils d'aluminium, sans qu'il y ait inflammation.

*Constitution d'une cellule de vérification
des détonateurs électriques à basse tension.*

En raison de la longue expérience acquise en la matière par la Société anonyme des Explosifs d'Havré, nous recommandons pour la vérification des détonateurs électriques à basse tension des ohmmètres à cadran (spéciaux pour la mesure des faibles résistances) provenant de la Maison Chauvin et Arnoux, Ingénieurs-Constructeurs, 186-188, rue Championnet, à Paris, représentés en Belgique par la Maison Henkart, van Velsen et Laoureux, rue des Carmes, 11, à Liège.

Ces ohmmètres ont été construits spécialement pour la mesure des détonateurs électriques basse tension. Ils sont constitués comme suit : une boîte ébénisterie, dimensions 160 × 160 × 85 mm., renfermant un galvanomètre aperiodique de précision, à cadran de 10 cm. avec miroir sous l'aiguille.

Pour la mesure des détonateurs à fils de cuivre, la graduation de 0 à 3 ohms était suffisante, mais comme on utilise maintenant des fils d'acier, il faut prévoir une graduation de 0 à 8, ou mieux, de 0 à 10 ohms.

Chaque élément de vérification constitue une cellule de 2 m. × 2 m., en bois languetté; le centre constitue la table devant laquelle se place le vérificateur qui lit

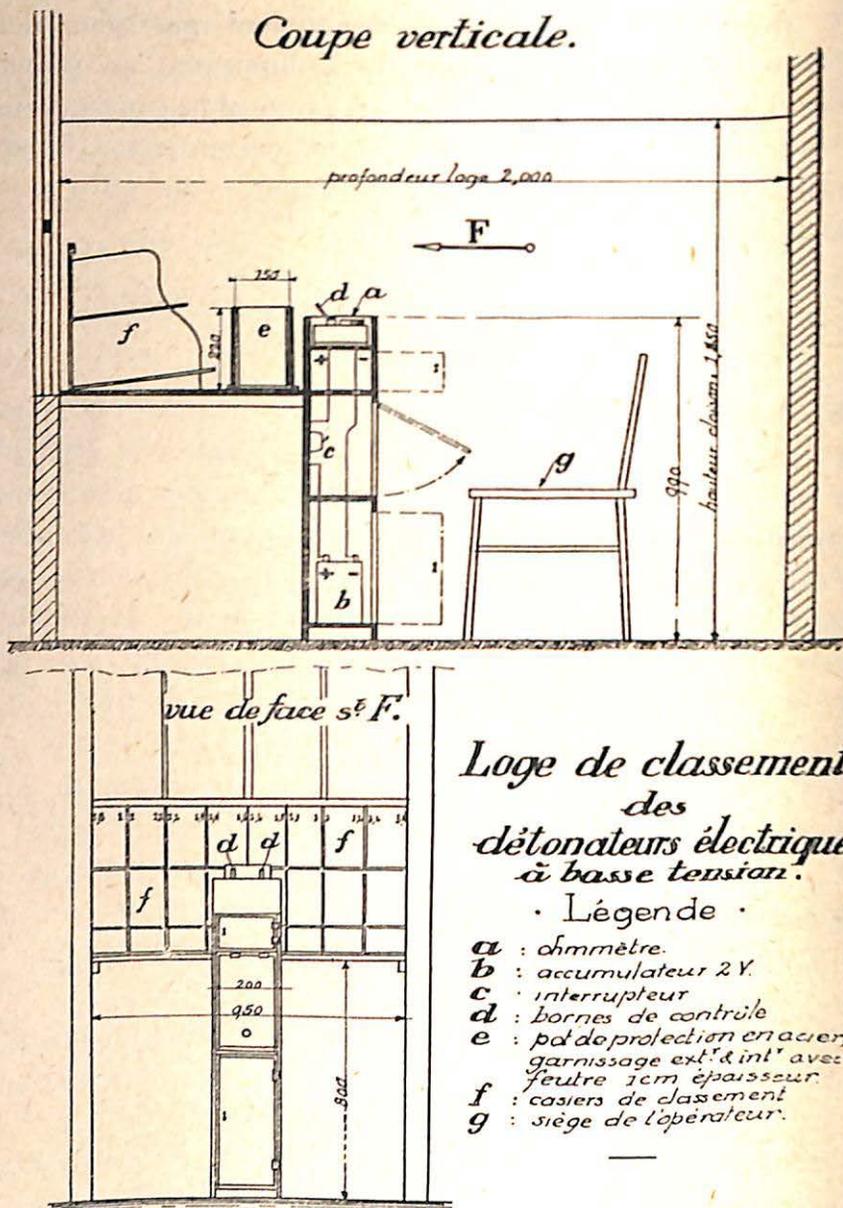


Figure 1.

à l'ohmmètre la résistance de chaque détonateur connecté aux bornes.

Pendant la vérification, le détonateur est placé dans le pot (e) garni intérieurement d'un feutre épais, ce qui réalise une protection efficace contre une explosion éventuelle.

L'ohmmètre comporte une bobine de comparaison et un shunt magnétique pour le réglage. Il fonctionne sous une force électrique de 2 volts (tension d'un accumulateur au plomb). L'intensité du courant est de 40 milliampères.

Les bornes de mesure sont fixées au-dessus de l'appareil. Les bornes d'alimentation positive et négative sont disposées, au contraire, en dessous, soit dans le compartiment supérieur de l'armoire, visible au dessin (fig. 1).

L'accumulateur est dans le compartiment inférieur de la même armoire.

Ces deux compartiments sont fermés à clef. Ils sont séparés par un compartiment intermédiaire, pourvu d'une porte basculante; celle-ci donne accès à l'interrupteur uni ou bipolaire qui permet de supprimer ou de rétablir l'alimentation de l'ohmmètre.

Sur la partie arrière de la table, se trouve une série de casiers permettant le classement des détonateurs suivant leurs résistances.

* * *

e) *Explosion intempestive d'un détonateur.*

Un détonateur ayant explosé au charbonnage de Wérister dans la main d'un boutefeux occupé à dérouler les conducteurs, nous avons soumis à des essais de trac-

tion, trente-quatre détonateurs prélevés au dépôt du charbonnage.

Chaque fois, nous avons eu la sortie des conducteurs du sertissage, sans provoquer l'explosion.

Voici, dans le rapport du 30 juillet 1942 de M. l'Ingénieur principal Fripiat les détails intéressants de cette vérification :

Les conducteurs étant glissés dans une fente pratiquée dans une tôle placée verticalement, l'effort s'exerçait entièrement sur la pièce de sertissage en caoutchouc.

Sur les 25 détonateurs pris au dépôt, nous avons fait :

- a) 10 essais de traction progressive;
- b) 10 essais de traction brusque exercée à l'extrémité des conducteurs;
- c) 5 essais de traction brusque exercée à 45 cm. du détonateur.

Sur les 9 détonateurs saisis dans la cartouchière, nous avons fait trois essais de traction lente au bout des conducteurs, trois essais de traction brusque à 45 cm. du détonateur et trois essais de traction brusque au bout des conducteurs.

Sauf pour un détonateur seulement, nous avons obtenu chaque fois la sortie simultanée des deux conducteurs de la pièce de sertissage et des deux lames de cuivre en laiton servant de supports au fil de platine.

A deux reprises, nous avons constaté la présence sur ces lames d'un bout de 1 mm. de longueur de ce fil de platine.

Pour un détonateur, un seul conducteur est sorti du sertissage, l'autre s'étant brisé à mi-longueur. Un second effort de traction exercé sur le conducteur écour-

té l'a fait sortir également du détonateur. Ce second conducteur présentait vraisemblablement une résistance à la traction anormalement faible.

Sur les 34 détonateurs essayés, aucun n'a donc explosé bien qu'il y ait eu chaque fois extraction des lames servant de support au fil de platine.

Pour un seul détonateur, il y a eu rupture d'un des conducteurs, ce qui cependant est fréquent, lorsqu'on soumet à l'épreuve de traction, les détonateurs à fils de cuivre.

A ce point de vue, le remplacement du cuivre par le fer, qui à diamètre égal, résiste mieux à la traction, semble être défavorable à la sécurité des manipulations.

Nos essais ont cependant prouvé que le glissement des conducteurs dans la poudre ou pâte d'amorce ne provoque pas nécessairement son inflammation, constatation qui contredit les déclarations du boutefeu du charbonnage de Wérister.

3. — ETUDE D'EXPLOSEURS

A. — Nous avons étudié deux explodeurs à crémaillère de la firme Brün de Krefeld. Ces appareils possédaient le même dispositif de limitation que celui dont était pourvu le type Z.E.B./A.80 de la même firme, agréé en 1939.

Ce dispositif est représenté aux figures 2 et 3.

La roue dentée (1) actionnée directement par la crémaillère (non représentée) entraîne une autre roue dentée (2) sur laquelle est fixé le bras (3).

Celui-ci porte un secteur (4) mobile autour d'un axe (5) et prolongé par un bras (6) creusé d'une échan-

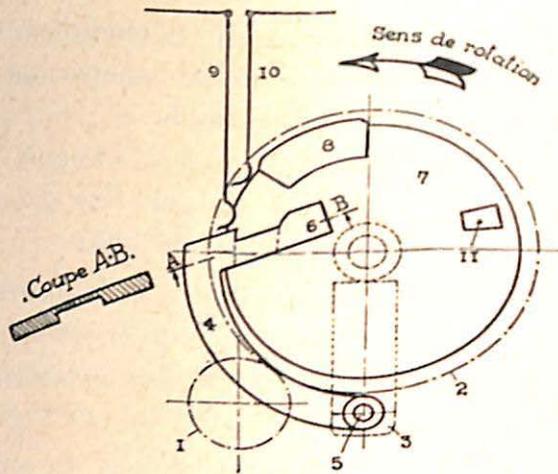


Figure 2.

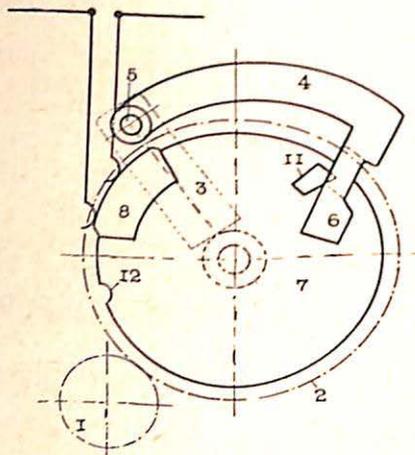


Figure 3.

crure sur sa face intérieure (voir coupe à gauche de la figure 1).

Le secteur est rappelé vers le centre par un ressort à lame non représenté.

Sur le même axe que la roue (2), se trouve un disque isolant (7) portant à sa périphérie un secteur en bronze (8), lequel vient au moment opportun, s'appuyer

contre les deux lames flexibles (9) et (10) et fermer ainsi le circuit de tir.

La roue (2) et le disque (7) sont indépendants l'un de l'autre, la première n'entraînant le second par l'intermédiaire du secteur (4) que lorsque sa vitesse est suffisante.

Au repos, ces différents organes occupent les positions indiquées à la figure 2.

Lorsque la crémaillère est actionnée avec une énergie suffisante, le secteur (4) s'écarte du centre et accroche au passage comme indiqué à la figure 1, un ergot (11) fixé dans le disque (7) en matière isolante.

Le secteur (8) passant sous les lames (9) et (10) ferme alors momentanément le circuit de tir.

La remise du secteur à son point de départ ne se fait que lorsque la crémaillère approche de sa position supérieure.

Dans le cas d'une manœuvre lente de la crémaillère, le secteur (4) reste dans la position indiquée à la figure 2 et l'ergot passe sans être accroché dans l'échancrure du bras (6).

Grâce à un creux arrondi (1) pratiqué à la périphérie du disque (7), la lame (9) s'oppose à ce que ce disque ne soit entraîné autrement que par l'action du secteur (4).

Les deux exploseurs devaient débiter un courant de 1 ampère au moins dans un circuit de tir ayant une résistance maximum de 460 ohms pour l'un des exploseurs, de 360 ohms pour l'autre exploseur.

Nous avons procédé à de nombreux enregistrements du débit à l'oscillographe, qui ont été confrontés avec ceux relevés par la Société anonyme d'Arendonck, représentant de la firme Brün en Belgique.

Nous sommes arrivés à la conclusion que ces explosifs bien que de construction soignée, ne remplissaient pas la condition de débit minimum que s'était imposé le constructeur.

Ces deux explosifs n'ont donc pas été agréés.

* * *

B. — *Explosifs usagés.*

A la demande des Charbonnages belges à Frameries, nous avons vérifié à l'oscillographe, la puissance de deux explosifs Schaffler, utilisés depuis un certain temps dans les travaux souterrains.

Le premier, du type A.B.F.G.S. commandé par ressort, avait un débit plus faible que celui du même appareil à l'état neuf, mais encore suffisant pour assurer le départ des mines dans un tir normal.

Le second, du type B.D.K.M.S.-15, commandé à la main, répondait aux caractéristiques de débit indiquées par le constructeur.

4. — ECLAIRAGE DES MINES

A.) Une lampe électrique portative du type M.O.A. H.3. construite par la firme Dominitwerke de Dortmund, a été agréée au nom des Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes.

Cette lampe, analogue aux types normalement utilisés en Belgique n'offre pas de particularité spéciale.

B.) La Société anonyme d'Eclairage des Mines et d'Outils industriel de Loncin a présenté pour agrément une lampe électropneumatique, que nous dénommons type 1942.

Cette lampe présente les particularités suivantes :

a) ampoule à vapeur de mercure de 40 watts, tension de marche relativement élevée (110 volts au lieu de 12 volts dans les lampes agréées jusqu'ici).

b) globe communiquant avec l'extérieur par un trou circulaire pour évacuation de l'eau condensée.

* * *

La turbine et l'alternateur sont logés dans une enveloppe commune en deux pièces assemblées par un emboîtement de 3 mm. de hauteur, combiné avec deux joints plats de 3 à 5 mm. de largeur (voir figure 4).

L'air comprimé, après avoir travaillé sur la turbine, s'échappe à l'extérieur par 63 trous de 1,5 mm. de diamètre pratiqué en (A) dans l'enveloppe, sauf une fraction qui se dirige vers l'ampoule en passant par 8 trous de 5 mm. de diamètre et ressort par le trou de 3 mm. de diamètre pratiqué dans le fond sphérique du globe dont l'épaisseur à cet endroit est de 6 mm.

L'ampoule consommant 40 watts sous 110 volts est fixée dans un socket bayonnette. Celui-ci est caché par un cône (B) qui concentre sur l'ampoule, l'air venant de l'enveloppe de la turbine.

Le globe est pourvu d'un rebord plat (C) sur lequel s'adapte un joint en caoutchouc de forme spéciale (D).

Il est maintenu en place par un anneau fileté (E) se vissant sur l'enveloppe de la turbine. Cet anneau, bloqué dans la position de serrage par une fermeture à vis (F) porte le treillis de protection constitué par deux cercles horizontaux et 6 montants verticaux.

Les vis d'assemblage ont leur tête protégée, ce qui nécessite l'emploi d'une clef spéciale pour le démon-

LAMPE ELECTROPNEUMATIQUE
 AVEC AMPOULE A VAPEUR DE MERCURE
 TYPE P.O.144
 FRIEMANN ET WOLF

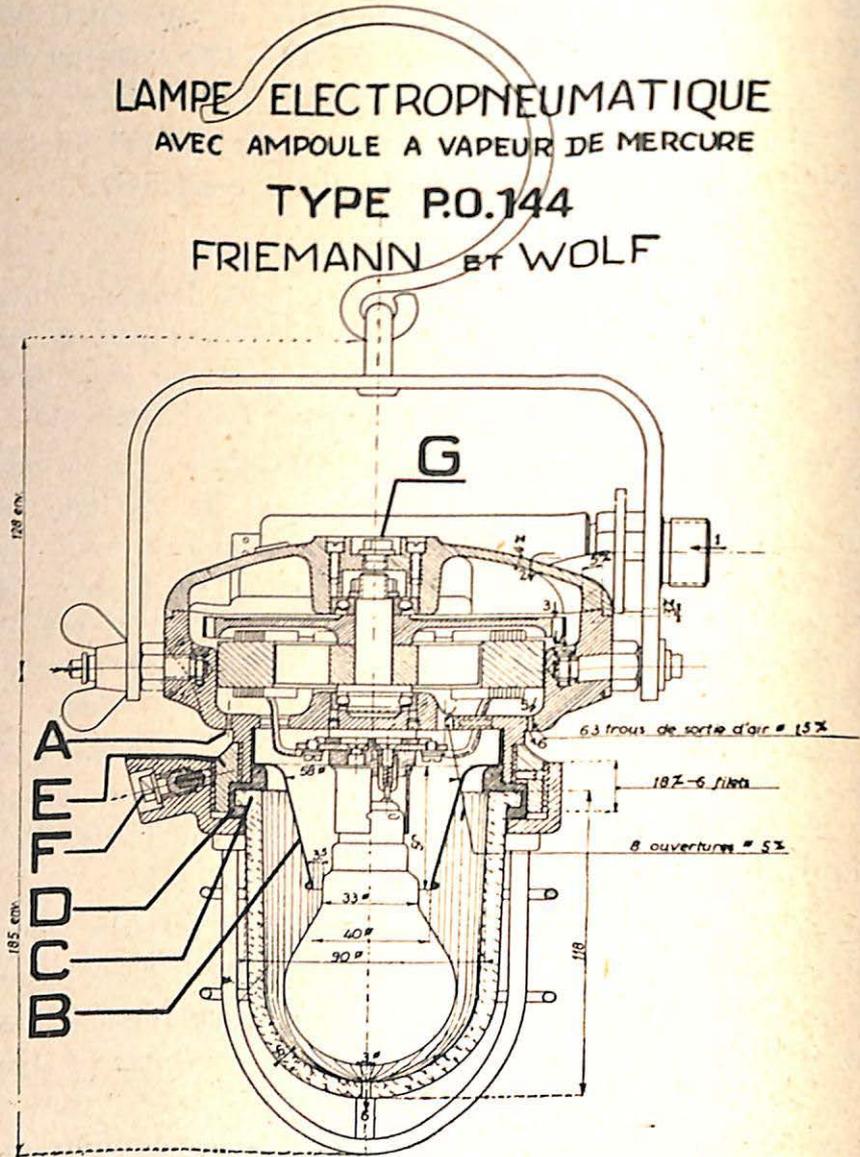


Figure 4.

tage. Il en est de même pour la vis de la fermeture et pour celles servant au graissage, dont une (G) est visible au plan.

L'appareil comporte également un régulateur à soupape et filtre placé dans la tubulure d'alimentation et permettant de régler le débit d'air comprimé d'après la pression dans la canalisation d'alimentation.

Nous avons vérifié expérimentalement que le grisou ayant pénétré dans le globe pendant une période d'arrêt, était expulsé avant que l'alternateur puisse donner une étincelle capable d'allumer le grisou.

* * *

C. — Huiles d'éclairage pour lampes à flamme.

Nous avons examiné 6 échantillons d'huiles destinées à remplacer l'huile de colza pour l'alimentation des lampes à flamme.

Le problème n'est pas aussi simple qu'il peut paraître.

Deux de ces échantillons ont été refusés pour encrassement trop rapide de la mèche et inconstance de la hauteur de flamme.

Les quatre échantillons dont nous avons pu préconiser l'emploi présentaient les caractéristiques suivantes

Désignation des échantillons	Densité à 15°	Point		Viscosité Engler	Pouvoir éclairant en unités Heffner
		d'inflammation	de combustion		
Huiles des Usines Lauwers- Masurel					
n° 3	0,900	203	238	8,7 à 20°	0,30 uH après 1 heure. 0,25 uH — 2 — 0,23 uH — 8 —
n° 4	0,898	202	238	8,2 à 20°	identique à celui de l'huile n° 3.
n° 5	0,894	194	229	6,5 à 20°	0,35 uH après 1 heure 0,27 uH — 2 — 0,28 uH — 8 —
Huile des Etablissements Mosselman — Huile miné- rale synthétique importée d'Allemagne	0,797	107	124	1,1 à 50°	flamme de 16,5 mm. : 0,15 u. — 21,5 — : 0,24 u.

On voit que le pouvoir éclairant n'est pas exagéré.

D. — Examen d'une lampe électrique combinée avec un grisoumètre.

Cette lampe, présentée par la firme Dominitwerke de Dortmund, réunit les avantages de la lampe électrique portable (pouvoir éclairant élevé) et de la lampe à flamme (détection du grisou).

Nous extrayons d'un rapport de M. l'Ingénieur principal Fripiat la description de cette lampe et les essais auxquels elle a été soumise.

La lampe type S.A.W.-8 de la firme Dominitwerke est une lampe électrique portable combinée avec une lampe à benzine servant d'indicateur de grisou.

Elle comporte donc essentiellement un accumulateur alcalin, une ampoule électrique à incandescence placée au foyer d'un réflecteur parabolique, un interrupteur du circuit de la lampe, un réservoir à benzine avec mèche, un tamis protecteur de la flamme et un dispositif d'allumage de la mèche par fil incandescent.

Nous décrivons d'abord les organes constituant la lampe électrique portable. Ils sont visibles dans le plan en coupe de l'ensemble de l'appareil (fig. 5).

L'accumulateur alcalin (A), à deux éléments (tension 2,6 volts) alimente l'ampoule (B) et fournit le courant nécessaire pour amener à l'incandescence la spirale servant à l'allumage de la lampe à benzine.

L'alimentation de l'ampoule peut être établie ou interrompue à volonté par la manœuvre de la manette (C) commandant la lame (D) qui ferme le circuit en s'insérant entre deux autres lames élastiques non visibles sur la coupe.

L'ampoule consomme 0,5 ampère.

La lampe à benzine également visible dans la coupe

LAMPE ELECTRIQUE AVEC INDICATEUR DEGRISOU
 — TYPE SAW8 —
 DOMINITWERKE

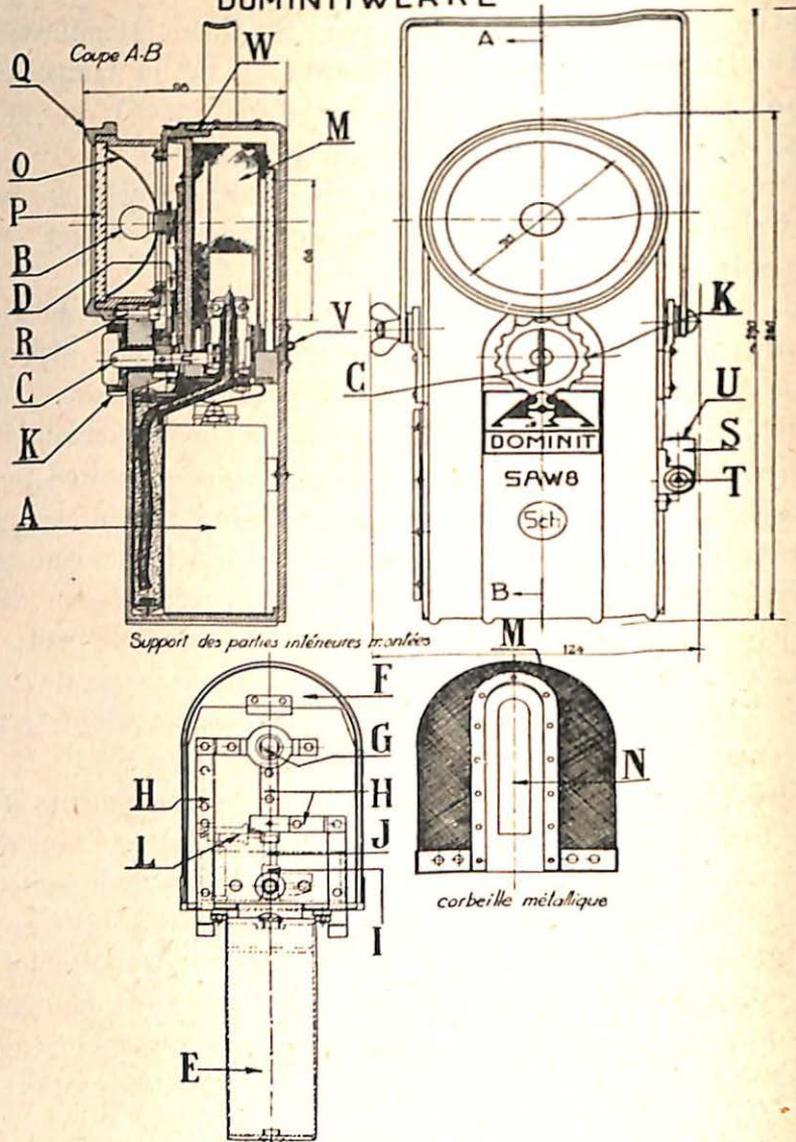


Figure 5.

est représentée seule dans la partie inférieure gauche du plan. Le réservoir à essence (E) fait corps avec une plaque métallique (F) sur laquelle est fixée une autre plaque, mais en matière isolante.

Cette dernière porte la douille (G) support de l'ampoule ainsi que les lampes métalliques (H) qui constituent le circuit d'alimentation de l'ampoule.

Derrière la plaque métallique, se trouvent le tube porte-mèche (I) sur lequel coulisse un manchon mobile permettant de réglage de la hauteur de la flamme (ces organes sont représentés sur le plan de détail de la lampe à benzine, partie inférieure gauche du plan).

Le déplacement du manchon s'opère à l'aide du bouton molleté (K) visible sur la face antérieure de la lampe (voir vue de face de la lampe complète).

En amenant le manchon au point le plus bas de sa course (par la manœuvre du bouton molleté), on découvre l'extrémité de la mèche, mais en même temps, on envoie le courant dans un fil de platine enroulé en spirale et supporté par la pièce en faïence (L) (plan de détail de la lampe à benzine).

Ce fil porté ainsi à l'incandescence, allume la mèche.

En remontant le manchon, on supprime le courant passant dans le fil et on règle la flamme de benzine à la hauteur voulue pour l'examen grisométrique à petit feu.

En amenant le manchon au plus haut point de sa course, on éteint la flamme de benzine.

La flamme de la lampe à benzine est protégée par un tamis (H) de forme rectangulaire en section horizontale. Ce tamis est fait de deux toiles métalliques superposées, en fils d'acier inoxydable; le nombre de mailles

est de 144 par cm^2 et le diamètre des fils est de 0,3 mm. au moins

Ce tamis s'emboîte sur le réservoir à essence à frottement dur.

La face antérieure du tamis est percée d'un regard fermé par une glace (N) maintenue dans un encadrement rivé sur le tamis. Cette glace est gravée d'une graduation en demi-centimètres de 0 à 3 centimètres; puis en centimètres de 3 à 6 cm.

L'accumulateur, la lampe à benzine et son tamis sont disposés dans une enveloppe de section rectangulaire en métal coulé (alliage léger).

Sur la paroi antérieure de l'enveloppe est fixé par des rivets le boîtier circulaire renfermant le réflecteur (O), au foyer duquel vient se placer l'ampoule lorsqu'on remet en place le réservoir à benzine ainsi que les accessoires qui en sont solidaires, c'est-à-dire, la plaque isolante portant les connexions et la douille-support de l'ampoule.

Le boîtier circulaire de l'ampoule est fermé par une plaque circulaire (P) (diamètre 76 mm. d'épaisseur 5,5 mm.) maintenue par un anneau fileté (Q) immobilisé par la vis (R) accessible seulement lorsque tous les organes sont retirés de l'enveloppe.

Le couvercle de l'enveloppe est constitué par la paroi postérieure, mobile autour d'une charnière verticale, mais immobilisée en service par une fermeture (S) comportant une vis à tête triangulaire (T) et un verrou à ressort (U).

Pour ouvrir la lampe, il faut donc d'abord attirer le verrou vers le haut à l'aide d'un électro, puis desserrer la vis à l'aide d'une clef spéciale.

Le couvercle est en deux pièces, articulées autour d'une charnière horizontale (V) (voir coupe verticale de l'ensemble).

Alors même que la moitié inférieure du couvercle est immobilisée par la fermeture, il est possible de rabattre la partie supérieure (comme le montre la première figure à gauche du dessin); le tamis est alors découvert et il est possible de faire l'examen grisométrique.

Ajoutons que grâce à l'appendice (W) — voir coupe verticale de l'ensemble — et à un rebord en tôle à la base du tamis, celui-ci ne peut être enlevé, tant que le couvercle est verrouillé par la fermeture.

* * *

L'étanchéité de l'enveloppe est garantie par les dispositions indiquées ci-après :

- 1° le long des bords verticaux du couvercle, emboîtement profond de 1,5 mm. avec un jeu maximum de 0,5 mm.;
- 2° le long du bord inférieur du couvercle : joint dressé de 6,5 mm. de largeur, jeu de 0,5 mm. au maximum;
- 3° le long de la plaque-support de la douille de l'ampoule : emboîtement de 11 mm., jeu 0,8 mm.

Ces dispositions visent uniquement l'accès de l'atmosphère extérieure vers les organes intérieurs : accumulateur, connexions, interrupteur, etc.

Pour ce qui concerne la lampe à flamme, rappelons que le tamis s'emboîte sur le réservoir à benzine à frottement dur et sur 10 mm. au moins de hauteur.

* * *

Examen et essais.

Nous avons démonté complètement et examiné une lampe grisométrique Dornit S.A.W.-8. Elle était conforme au plan (figure 5 de la page 32) et à la description donnée ci-dessus.

Nous avons ensuite procédé aux essais indiqués ci-après :

a) *Vérification des indications grisométriques.*

L'appareil complet était placé dans une caisse de bois munie de regards dans laquelle affluait un mélange d'air et de grisou de teneur connue.

Bien que le tamis se trouvât dans une atmosphère grisouteuse, il était possible de commander de l'extérieur le dispositif de rallumage de la mèche et de réglage du petit feu.

La flamme d'essai adoptée pour la vérification présentait un petit point jaune surmonté d'une mince ligne bleue. Le sommet de cette flamme se trouvait au niveau de la graduation de 5 mm.

Les hauteurs d'auréole qui furent observées pour différentes teneurs et mesurées à l'aide de la graduation en % figurant sur le regard, sont :

9,0 mm.	pour une teneur de	1,5 %
10,0	— — — —	2,0 %
12,5	— — — —	3,0 %
22,5	— — — —	4,0 %
35,0	— — — —	4,5 %

Les auréoles sont donc un peu moins hautes que dans nos lampes à benzine, ce qui est dû à ce que le diamètre du tube porte-mèche est un peu plus petit dans la lampe grisométrique Dornit (7 mm. contre 8 mm).

b) *Essais de rallumage en atmosphère grisouteuse inflammable.*

La lampe froide est placée dans un mélange d'air et de grisou titrant 9,5 % de méthane.

On porte ensuite momentanément le filament à l'incandescence par le courant; il se produit alors dans le tamis une petite explosion qui ne se propage pas à l'extérieur.

Le mélange inflammable continuant à affluer autour de lampe, cette expérience est répétée neuf fois successivement sans qu'il y ait traversée.

Après l'essai, le tamis de la lampe est relativement froid.

Nous recommençons la même épreuve sur la lampe chaude.

La flamme de benzine est donc allumée une demi-heure avant l'essai, puis sur la lampe allumée, nous faisons affluer le mélange inflammable à 9,5 % de méthane.

Quinze secondes après l'arrivée du grisou, la lampe s'éteint.

Nous alimentons alors d'une façon continue le filament. De petites explosions se produisent alors dans le tamis, se succèdent à la cadence de 30 par minute. L'essai dure 5 minutes.

Les explosions ne traversent pas le tamis; celui-ci est très chaud à la fin de l'essai.

c) *Essais de la lampe à benzine dans une atmosphère grisouteuse en mouvement.*

La sécurité de la lampe à benzine a été vérifiée dans des courants d'air grisouteux de vitesses et teneurs diverses.

Le couvercle était rabattu comme pour un essai grisométrique et le tamis était traversé dans le sens horizontal et suivant sa longueur par le mélange inflammable.

Au cours de ces essais, nous avons fait les constatations suivantes :

Premier essai :

Vitesse de 3,95 m. Teneur en méthane 7,5 %.
Flammes bleues et flammes jaunes dans le tamis, dont la partie gauche (côté de la sortie du mélange) rougit peu à peu. Après 2 minutes, 30 secondes, on augmente la vitesse du courant et on passe à l'essai suivant.

Deuxième essai :

Vitesse 5,60 m. Teneur 6,5 %. Après 1'40'', la plus grande partie du tamis atteint le rouge vif.
Par une interruption et un rétablissement brusque du grisou, on obtient la traversée avec explosion, peu violente d'ailleurs, à cause de la teneur peu élevée en méthane.

Troisième essai :

Vitesse 6,30 m. Teneur 6,5 %. La partie gauche du tamis est rouge. Après 40'', on obtient la traversée.

Quatrième essai :

Vitesse de 5 m. 55, teneur 7 % — après 60'', le tamis est rouge éblouissant. On interrompt et rétablit brusquement le grisou. A la huitième manœuvre, la traversée se produit.

A titre comparatif, nous soumettons nos lampes à benzine non cuirassées et alimentation inférieure à un courant grisouteux à 10,5 %, animé d'une vitesse de

5,70 m. Après 2 minutes, les tamis sont rouge-vif. Dix interruptions brusques et successives du grisou ne produisent pas la traversée.

Conclusion

L'intérêt de la lampe S.A.W.-8 de la firme Dominit réside dans le fait qu'elle allie l'avantage d'un pouvoir éclairant comparable à celui de nos lampes électriques portatives (pouvoir éclairant concentré cependant dans un cône d'ouverture restreinte à cause du réflecteur) avec l'aptitude des lampes à flamme à déceler le grisou.

Les indications du grisoumètre rendent cette lampe capable de concurrencer nos lampes à benzine dont les auréoles sont cependant plus visibles.

Au point de vue de la sécurité d'emploi, les dispositions assurant l'étanchéité de la partie électrique sont inférieures à celles habituellement adoptées pour la construction de nos lampes électriques portatives.

Il y a donc lieu de réserver l'usage de cette lampe au personnel de maîtrise.

Enfin, la lampe à flamme est plus sensible aux mélanges grisouteux en mouvement que nos lampes cuirassées.

A ce point de vue et pour situer la lampe parmi les types connus, disons qu'elle est plus sûre que la lampe Davy, mais moins sûre que la lampe à double toile non cuirassée.

Il conviendrait donc dans l'arrêté d'agrément, de noter qu'on ne peut rechercher le grisou que dans des atmosphères au repos ou animées de vitesses très faibles.

Cette lampe a fait l'objet de la décision d'agrément n° 130/5521 du 18-6-1942 qui en a réservé l'usage au personnel de maîtrise.

E. — Explosion d'une lampe électrique portative.

Dans une dépendance superficielle d'un charbonnage du Borinage, le 21 décembre 1942, à 1 heure du matin, une lampe portative à accumulateur fit explosion, alors qu'elle était allumée depuis 4 heures environ.

Cet incident s'est produit dans une salle de treuil chauffée par un poêle à charbon.

Un ouvrier qui se trouvait dans la salle fut blessé au front par un éclat de verre provenant du globe.

Suivant les déclarations de cet ouvrier, la lampe au moment de l'explosion, était déposée sur le sol à 1 mètre du poêle et à 3 m. 50 de l'ouvrier.

La lampe nous fut remise pour examen, cinq jours après l'accident.

Dans la figure 6, nous avons représenté la lampe dans son état normal; à la figure 7, la lampe telle qu'elle nous a été remise après l'accident.

Sur la lampe avariée, nous avons fait d'abord les constatations suivantes :

La lampe était fermée. Le globe avait complètement disparu. Le socket (S) dans lequel se visse l'ampoule faisait un angle de 10° avec la verticale.

La vis (V) faisant office d'interrupteur était serrée à fond, position correspondant à la fermeture du circuit d'alimentation de l'ampoule.

La plaque d'identité, portant le n° 420, était dessoudée sur la moitié de sa périphérie et quelques perles de soudure étaient visibles autour de l'anneau (A), renforçant le bord supérieur du pot (cet anneau est taillé sur sa face supérieure, en crémaillère pour la fermeture).

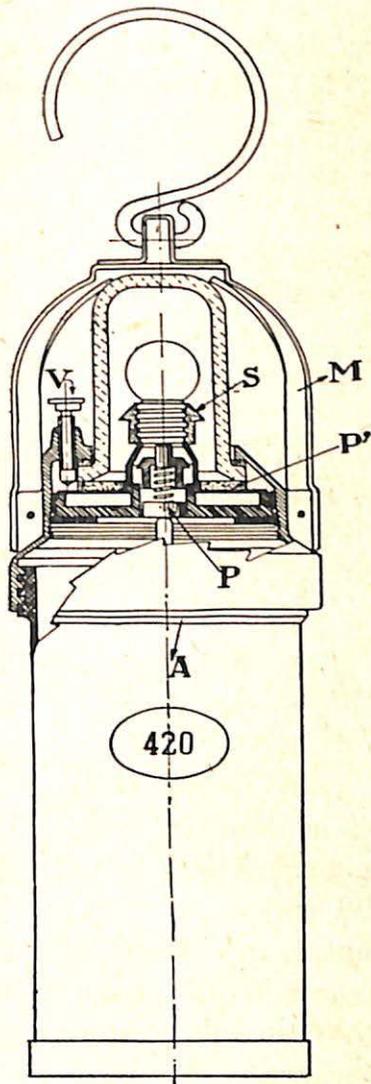


Figure 6.

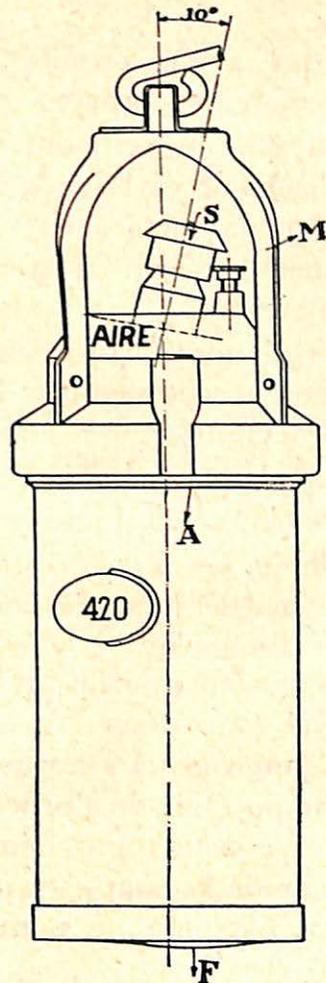


Figure 7.

Dans le socket, se trouvait la douille en laiton de l'ampoule. Cette douille ne renfermait qu'une partie du mastic servant au scellement de l'ampoule.

Le fond (F) du pot était légèrement bombé vers l'extérieur, présentant ainsi une flèche d'environ 2 mm. Les montants de protection (M) étaient légèrement pliés.

Nous avons ensuite ouvert la lampe et procédé à l'examen des organes intérieurs.

Le pot en celluloïd de l'accumulateur était presque entièrement carbonisé; il n'en restait que le fond inférieur et la surface latérale sur 35 mm. de hauteur, soit le quart environ de la hauteur mesurée suivant une génératrice.

La plaque polaire centrale (P) (voir fig. 5) qui normalement s'appuie sur la borne centrale (borne positive de l'accumulateur) était refoulée vers le haut.

La plaque métallique P' (fig. 5) servant de support au socket était bombée vers le haut.

Du globe, il ne restait que le bord inférieur, adhérent par le joint de caoutchouc sur la plaque P' porteuse du socket.

Par comparaison avec un accu neuf, nous avons estimé que 59 gr. de celluloïd avaient été carbonisés. Des jaugeages à l'eau nous ont montré que le vide dans la lampe était de l'ordre de 296 cm³.

Ces constatations démontraient à l'évidence que l'intérieur de la lampe avait été soumis à une pression intérieure violente ne pouvant provenir que d'une explosion.

Nous aurions pu d'abord attribuer l'explosion à du gaz tonnant dégagé par l'accumulateur, mais nous savions par des expériences déjà anciennes, qu'une explosion de ce genre ne pouvait briser le globe.

Nous avons cependant tenu à vérifier à nouveau s'il en était bien ainsi.

Dans une lampe constituée d'un pot renfermant une coulée de masse isolante qui tenait lieu de l'accu et d'une tête avec globe et tous les accessoires (joints de caoutchouc, disque porte socket) nous avons provoqué des explosions d'un mélange de 67,12 % d'hydrogène et de 32,88 % d'oxygène.

Bien qu'il y eut communication directe entre le globe et le pot (le pôle central d'alimentation de l'ampoule était enlevé), les explosions, au nombre de cinq, n'ont pas brisé le globe.

Nous avons recommencé la même série d'explosions, mais après avoir introduit au préalable dans la lampe, des rognures de celluloid. Le globe ne fut pas brisé et le celluloid ne présentait que des traces à peine perceptibles de combustion.

Nous nous sommes demandé alors si, contrairement aux dires de l'ouvrier, titulaire de la lampe, celle-ci n'avait pas été placée à une trop faible distance du poêle, l'échauffement ayant provoqué la carbonisation du celluloid.

Pour vérifier le bien-fondé de cette hypothèse, nous avons procédé à des essais de carbonisation en vase clos de celluloid.

Ces essais furent réalisés avec le matériel décrit à la page suivante et repris à la figure 8, comportant une bombe (B) et un four électrique (F).

La bombe (B) en acier est composée d'un couvercle (C) et d'une cuvette C'. Le couvercle est traversé par un tube (T) dont l'extrémité intérieure est fermée. Ce tube permet de relever, à l'aide d'un thermomètre (t), la température régnant à l'intérieur de la bombe.

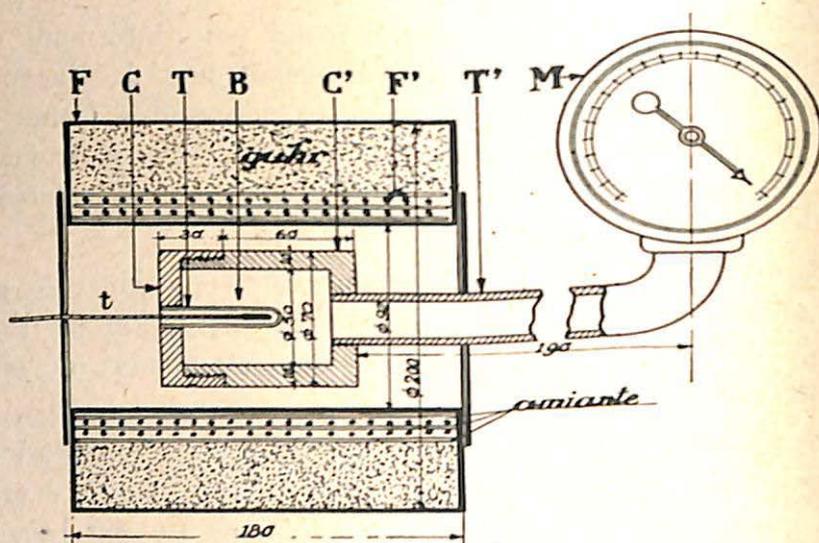


Figure 8.

La bombe communique par un tuyau à gaz (T') avec un manomètre métallique (M).

La bombe est placée dans un four (F) électrique avec fil chauffant F' entouré de guhr.

Le volume total de la bombe et du tuyau du manomètre est de 128 cm³.

Nous avons procédé aux expériences suivantes :

1° La bombe renferme 35 gr. de celluloïd en rognures. Lorsque la température de la bombe atteint 150° environ, le manomètre indique une pression qui monte d'abord lentement, puis à une allure accélérée; l'aiguille dépasse la limite de l'échelle de lecture soit 15 kg. puis le manomètre explose.

Nous poursuivons les expériences, mais avec des quantités moindres de celluloïd;

2° La bombe renferme 1 gr. de celluloïd. La surpression se produit à la température de 161°; elle est de 2 kg./cm²;

3° Même expérience avec 1,55 gr. de celluloid. Une surpression de 4,1 kg./cm² se produit à la température de 158°.

On voit que la pression d'explosion augmente plus rapidement que le poids de celluloid, mais si on admet que la pression dans la bombe est de 2 kg. par gramme de celluloid carbonisé, on constate par calcul, que la pression dans la lampe parfaitement étanche et suffisamment résistante, aurait pu atteindre :

$$\frac{59 \times 2 \times 128}{296} = 51 \text{ kg./cm}^2.$$

59 représentant le poids de celluloid carbonisé dans la lampe.

296 le vide en cm³ dans la lampe et

128 le vide en cm³ de la bombe.

En réalité, une pression aussi élevée n'a pu être atteinte dans la lampe et cela pour deux motifs; l'étanchéité n'était pas parfaite et la résistance mécanique n'était pas suffisante.

Vraisemblablement, la lampe a explosé sous une pression nettement inférieure à 52 kg./cm².

Nous avons réussi à faire exploser une lampe complète, pourvue d'un accu en celluloid. Pour réaliser cet essai, nous avons placé la lampe dans le four électrique, lequel avait été réalisé au point de vue dimensions, pour recevoir indifféremment la bombe ou une lampe (ajoutons qu'en réalité, le pot de la lampe seul pouvait pénétrer dans le four, la tête restant en dehors).

Pour qu'il y ait explosion de la lampe, celle-ci doit être chauffée lentement, car, dans le cas contraire, les différents éléments de la lampe se séparent par suite

de la fusion de la soudure et le celluloïd se carbonise à l'air libre sans production de pression destructive.

C'est ce que nous avons obtenu d'ailleurs lors d'une première expérience.

Avant de procéder à la seconde expérience, nous avons pu, par tâtonnements, régler le courant de chauffage du four de façon telle qu'il y ait carbonisation du celluloïd avant fusion des soudures.

Nous avons donc pris une lampe à peu près identique à celle ayant explosé au charbonnage.

Cette lampe ne possédait pas d'ampoule. La pièce polaire centrale qui doit normalement amener le courant à l'ampoule, était enlevée et de ce fait, le globe communiquait directement avec l'intérieur du pot.

L'espace offert à la détente des vapeurs de celluloïd était ainsi de 260 cm³.

Après 2 heures de chauffage, la lampe a explosé.

Le globe avait été pulvérisé; les montants de l'armature de protection étaient pliés, le fond du pot de cuivre était arraché; enfin, les anneaux métalliques qui maintenaient en place la cloison séparant le pot de la tête, étaient bombés vers le haut.

Pour conclure, nous estimons qu'il y a tout lieu de croire qu'au charbonnage, la lampe ne se trouvait pas à l'endroit indiqué, mais elle était placée sur le poêle à un endroit où la température n'était sans doute pas très élevée, mais suffisante cependant pour amener la carbonisation du celluloïd.

Il est impossible autrement d'expliquer l'explosion qui a eu lieu. Il existe dans le pays plusieurs dizaines de milliers d'accus en celluloïd depuis vingt ans au moins, sans qu'ait jamais été signalé une explosion, parce que l'usage normal de ces lampes n'a jamais

causé un échauffement à une température atteignant 150°.

Il est même presque indispensable de supposer que l'ouvrier s'était endormi à côté d'un poêle où le combustible ne manquait point.

A l'heure actuelle, toutes les lampes électriques portatives ont des bacs d'accumulateurs en celluloïd.

Les dernières fabriques qui utilisaient un autre matériau, de l'ébonite par exemple, ont dû y renoncer, par suite de la disparition de la matière.

5. — ETUDE DU MATERIEL ELECTRIQUE ANTIGRISOUTEUX

A. — Au cours de l'année 1942, nous avons examiné et proposé pour l'agrégation les appareils suivants :

· 3 moteurs — 3 controllers — 2 résistances de démarrage — 2 armatures pour éclairage à poste fixe — 1 lampe électropneumatique — 9 appareils divers de signalisation et 1 téléphone.

* * *

B. — A la demande des Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi, nous avons éprouvé en atmosphère grisouteuse une enveloppe d'appareil téléphonique d'une capacité de 6,300 litres, tout le mécanisme intérieur étant enlevé.

Ces essais nous ont amené à apporter un allègement aux prescriptions fixant les dimensions des joints et traversées au bénéfice des appareils d'une capacité comprise entre 3 et 7 litres.

Les dimensions exigées par notre règlement pour les enveloppes de cette catégorie deviennent ainsi :

Joint dressé : largeur minimum de la surface dressée : 17 mm. de distance minimum entre les trous de boulon (ou goujon) et le bord intérieur du joint 7 mm.

Joint à emboîtement : hauteur minimum : 7 mm. ; jeu radial maximum 0,25 mm.

Traversée d'axe : longueur minimum (déduction faite des rainures de graissage) : 20 mm. ; jeu radial maximum : 0,1 mm.

* * *

C. — Nous avons examiné au point de vue du danger d'inflammation par échauffement, une résistance de démarrage antigrisouteuse, sans bain d'huile.

Cette résistance est protégée par une enveloppe métallique de forme cylindrique de 1.370 mm. de hauteur et 370 mm. de diamètre.

D'après les essais effectués par le constructeur, la surface rayonnante de l'enveloppe est telle que la température du métal ne dépasse jamais 200° centigrades pour une température ambiante de 40°, l'énergie continue dissipée par effet Joule étant de 4,5 KW.

Nos essais ont montré que pour une énergie dissipée de 3,99 KW, la température maximum atteinte par l'enveloppe est de 170° au fond supérieur et de 139° sur la paroi latérale et cela pour une température ambiante de 21°.

L'échauffement maximum de l'appareil est donc de 170 — 21, soit 149°.

Pour une puissance dissipée de 4,5 KW (maximum indiqué par le constructeur), l'échauffement serait donc de :

$$\frac{149 \times 4,5}{3,99} = 168^{\circ}$$

d'où une température maximum de 200° pour une température ambiante de 32°.

Nous concluons en disant que la température maximum atteinte par la paroi est de loin inférieure à la température d'inflammation des mélanges grisouteux.

6. — EMPLOI DES LOCOMOTIVES DIESEL

Nous avons examiné et éprouvé en atmosphère grisouteuse trois locomotives Diesel : une locomotive Moës de 56 CV à 4 cylindres verticaux, une autre de la même firme de 42 CV à 3 cylindres verticaux, une de la firme Klöchner-Humbolt-Deutz de 20 CV à un seul cylindre horizontal.

Les essais n'ont pas donné lieu à des constatations spéciales et ces trois machines ont été agréées.

7. — VENTILATION DES MINES

Nous avons examiné un turbo-ventilateur de la firme Mabile.

Cet appareil, analogue à ceux examinés en 1940, comporte deux roues à pales tournant en sens inverse.

Cet appareil a été agréé.

8. — ACCIDENT PAR ASPHYXIE

A la suite d'un accident par asphyxie survenu aux Usines d'Ougrée-Marihaye, nous avons analysé par la méthode de liquéfaction deux échantillons d'air prélevés par M. l'Ingénieur principal Thonnart.

La composition de ces deux échantillons était voisine

de celle de l'air pur et ne pouvait donc en elle-même constituer un argument en faveur de la thèse de l'asphyxie.

9. — INFLAMMATION DES VAPEURS DE BENZINE

Une étude faite en collaboration avec MM. De Keyser et Van Eepoel, tous deux Ingénieurs et Professeurs à l'Université de Bruxelles, sur un sujet étranger à la sécurité des Mines (traversée d'une étuve de séchage par la flamme de vapeurs de benzine), nous a permis de constater que les vapeurs d'une benzine de densité 0,706 à 15°, pouvaient être enflammées par les étincelles d'une machine électrostatique (machine de Wimshurst).

J'extraits d'une note de M. l'Ingénieur principal Fripiat les détails suivants relatifs à ces expériences :

Le but de ces essais est :

- 1° de vérifier l'aptitude des étincelles d'électricité statique à enflammer les vapeurs de benzine ;
- 2° de voir si cette inflammation peut se propager dans un tuyau métallique de 1 pouce de diamètre intérieur, obstrué dans le sens de la longueur par une tige également métallique de 10 mm. de diamètre.

J'ai utilisé le dispositif expérimental représenté à la figure 9 ci-dessous :

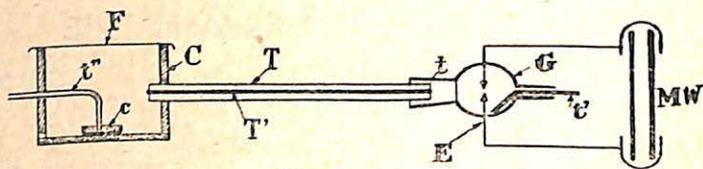


Figure 9.

La source d'électricité statique est une machine de Wimshurst (MW) qui se décharge par un éclateur à pointes (E) disposé dans un globe de verre (G).

La tubulure (t) du globe est prolongée par un tuyau métallique (T) de 50 cm. de longueur et de 25 mm. de diamètre intérieur, renfermant une tige métallique (T') de 10 mm. de diamètre.

La tige est maintenue dans l'axe du tuyau. Ce tuyau débouche dans une caisse de bois (C) fermée par une feuille de papier (F).

Le globe de verre, le tuyau et la caisse de bois renferment un mélange d'air et de vapeurs de benzine.

La formation de ces vapeurs est provoquée par barbotage de jets d'air comprimé dans la benzine.

L'air arrive par le tuyau (t') dans le globe et par le tuyau (t'') dans la caisse. Celle-ci renferme une capsule (c) contenant la benzine.

Un voltmètre électrostatique non représenté au croquis indique la tension entre pointes.

J'ai utilisé une benzine pour lampes de mine : densité à 15° = 0,706.

J'ai obtenu l'inflammation dans le globe ainsi que la propagation dans la caisse dans les conditions suivantes .

- 1° Etincelles de 6 à 7 mm. de longueur; tension entre pointes de l'éclateur : 7.500 volts;
- 2° Etincelles de 2 mm. de longueur; tension entre pointes : 5.000 volts.

10. — CONTROLE GRISOUMETRIQUE EFFECTUE POUR L'ADMINISTRATION DES MINES

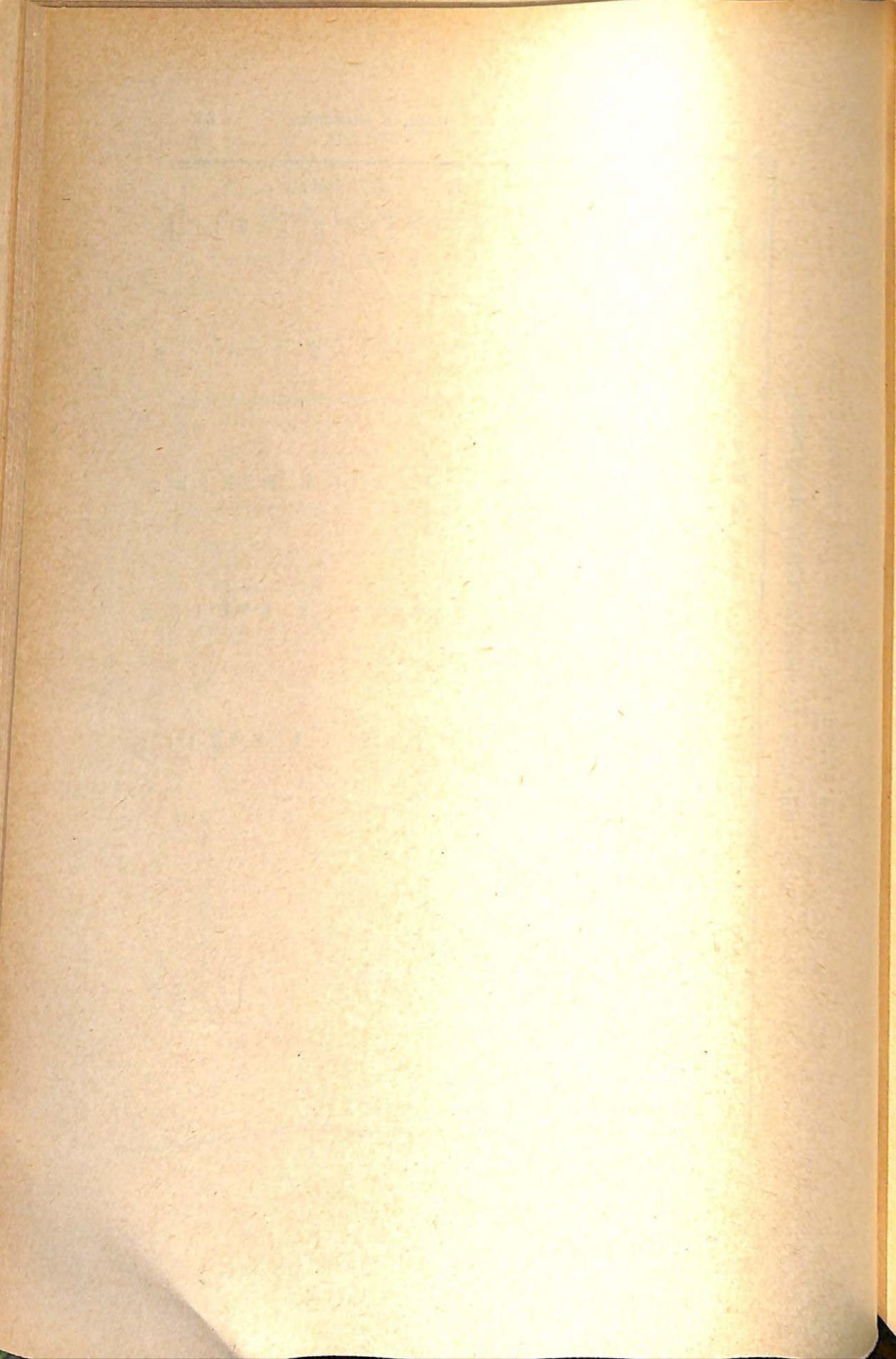
Ce contrôle a requis un certain nombre de vérifications.

A. — *Tableau général des analyses grisoumétriques par bassin :*

Bassins	Contrôle de l'Institut National des Mines	
	en 1941	en 1942
Mons		152
Centre	216	161
Charleroi-Namur	73	420
Liège	355	30
Campine	53	58
	97	
	794	821

B. — *Tableau général des analyses grisométriques par bassin, catégorie de mines et teneur de grisou :*

Classement catégorie	Bassins	Répartition pour l'exercice 1942 des contrôles suivant les teneurs trouvées en grisou (en %)				
		0 à 0,5	0,5 à 1	1 à 2	+ de 2	totaux
1 ^o	Mons	12	1	—	—	13
	Centre	63	7	3	—	63
	Charleroi-Namur . .	96	16	4	—	116
	Liège	—	—	—	—	—
	Campine	43	9	4	2	58
		204	33	11	2	250
2 ^o	Mons	16	4	5	—	25
	Centre	37	24	9	2	72
	Charleroi-Namur . .	112	49	35	12	208
	Liège	24	5	1	—	30
	Campine	—	—	—	—	—
		189	82	50	14	335
3 ^o	Mons	66	27	19	2	114
	Centre	7	6	9	4	26
	Charleroi-Namur . .	48	16	23	9	96
	Liège	—	—	—	—	—
	Campine	—	—	—	—	—
		121	49	51	15	236



LISTE
DES
APPAREILS ELECTRIQUES
ET DIVERS

agréés en 1942

II. — MOTEURS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
- 14-4-1942	Société Anonyme Siemens Département « Siemens et Schukert », chaussée de Charleroi, 116, à Bruxelles.	13E/6731	Moteur type D.O.R. 47 s-2, forme 3-B, asynchrone, à cage d'écureuil, cou- rant triphasé 220 volts — puissance 4 KW à la vitesse de 2.880 tours/mi- nute. Moteur examiné : n° E.6.652.761. s/plan : ensemble n° 10.610; schéma n° 10.609.
17-11-1942	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/6762	Avenant à la décision 13E/5844 du 14 janvier 1936 visant les moteurs du type A.C.G.-107 : la sortie de câble peut se faire latéralement, cette dis- position était primitivement axiale.
24 11-1942	Idem.	13E/6763	Avenant à la décision 13E/6233 du 21 juin 1938 visant les moteurs du type A.F.G. 514-c : a) suppression du dispositif de réfrigération; b) lé- gère modification du ventilateur inté- rieur; c) réduction de la puissance dans les proportions suivantes : 40 CV à 1.500 tours/minute; 25 CV à 750 tours/minute. Le moteur modifié répond aux plans n° 4.150.584 et 4.150.580

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
8-1-1942	Société d'Electricité et de Mécanique (SEM), 50, Dock, à Gand.	13E/6704	<p>Modifications de détail apportées au transformateur statique, type 27-R (200 KVA) autorisé le 30 septembre 1940 — décision n° 13E/6584.</p> <p>—</p> <p>L'appareil modifié répond aux plans n° 53.145 et 130.189.</p>
28-2-1942	Société Electromécanique 19, rue L. Crickx, Bruxelles.	13E/6719	<p>Boîtier à boutons-poussoirs pour commande à distance.</p> <p>Appareil examiné n° 23.784.</p> <p>s/plan n° D. 223.1570.</p>
14-3-1942	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/6722	<p>Coffret n° 39 s/plan 1.160.274.</p> <p>C'est une variante du coffret n° 35 visé par la décision n° 13E/6561 du 25.4.1940.</p>
18-6-1942	Idem.	13E/6747	<p>Controller type P.A.I.G.F. pour moteur à courant triphasé — construction analogue au type P.A.II.G.F. autorisé le 19.2.1940 par la décision 13E/6526.</p> <p>s/plans : 1.145.109 : disposition horizontale; 1.145.107 : disposition verticale.</p>

III. - APPAREILS ELECTRIQUES DIVERS (suite)

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
18-6-1942	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/6748	Controler à cames, type P.A.C.G.F. à disposition horizontale — construction analogue au même type, mais à disposition verticale, agréé le 6.5.1940 par la décision 13E/6565. s/plan n° 1.145.103.
18-6 1942	Idem.	13E/6749	Controler type P.A.II.G.F., à disposition horizontale, construction analogue au même type, mais à disposition verticale, agréé le 19.2.1940 par la décision 13E/6526. s/plan n° 1.145.102.
14 10-1942	Idem.	13E/6757	<p>Résistances métalliques à refroidissement naturel (non immergées dans l'huile) type R.I.G.F. et R.II.G.F. s/plan n° 1.145.144.</p> <p>La température extérieure des parois ne pourra en aucun cas dépasser 200° C.</p> <p>Appareil examiné : Résistance type R.II.G.F. Fabrication : 3.II.97.124 U = 220 volts</p>

VI. — MATERIEL D'ÉCLAIRAGE SUJET OU NON A DEPLACEMENTS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS						
3-2-1942	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13C/5509	<p>Les parties métalliques des armatures visées par les décisions :</p> <p>13E/5612 du 13 juillet 1933; 13E/5645 du 8 novembre 1933; 13E/5767 du 3 juin 1935; 13C/5257 du 23 octobre 1936; 13E/6338 du 27 février 1939; 13E/6432 du 15 septembre 1939; 13E/6486 du 15 décembre 1939; 13C/5451 du 23 mai 1941;</p> <p>peuvent être exécutées en métal léger répondant à la composition suivante :</p> <table data-bbox="1163 598 1575 704"> <tr> <td>aluminium :</td> <td>92 %</td> </tr> <tr> <td>cuiivre :</td> <td>7 %</td> </tr> <tr> <td>zinc :</td> <td>1 %</td> </tr> </table>	aluminium :	92 %	cuiivre :	7 %	zinc :	1 %
aluminium :	92 %								
cuiivre :	7 %								
zinc :	1 %								
13-2-1942	S. A. d'Eclairage des Mi- nes et d'Outillage indus- triel à Loncin.	13C/5513	<p>Lampe électropneumatique, avec am- poule à vapeur de mercure, type PO- 144, construite par la firme Friemann et Wolf de Zwickau.</p> <p>s/plan n° Z. 623.</p>						

VI. — MATÉRIEL D'ÉCLAIRAGE SUJET OU NON A DÉPLACEMENTS (suite).

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
22-5-1942	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13C/5520	<p>1° Armatures d'éclairage modèles 1219 et 3.200.149, dont le globe est scellé par du ciment marbreux sur une pièce métallique servant à l'assemblage avec la cuvette, s/plan n° 90.059.</p> <p>2° Armatures d'éclairage modèles 1220, 1.200.059, 1218, 1221 et 1222, dont le globe s'appuie directement sur la cuvette par un rebord plat dressé de 25 mm., un seul joint en carton de Lyon étant placé sur la face inférieure du rebord, s/plan n° 90.060.</p>

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
8-1-1942	Société Anonyme Siemens Département « Siemens et Halske », chaussée de Charleroi, 116, à Bruxelles.	13E/6705	Poste téléphonique automatique type F.g. wast. 9. s/plan n° Fg. 3.492. Appareil examiné : n° 3.252.
8-1-1942	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/6703	Boîte de dérivation s/plan 3.200.178. Appareil examiné : Fabrication n° 3-S-10.895; n° 122.
8-1-1942	Idem.	13E/6702	Dispositifs d'amarrage de câbles : Variantes I et III pour câbles armés de feuillards. Variante II pour câble souple sous caoutchouc; s/plan n° 8859.
28-2-1942	Idem.	13E/6720	Interrupteur à traction catenaire type I.t.g.2. s/plan n° 3.200.240. Exemplaire examiné : Fabrication n 3-S-70.297 n° 367.

VII. — TÉLÉPHONES ET SIGNALISATION (suite)

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
16-3-1942	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/6725	Haut-parleur à membrane vibrante, combiné avec un commutateur à bouton-poussoir; s/plan n° 3.30.394-Si. Appareil examiné : Fabrication I-S-70.036; n° 76.
28-3-1942	Idem.	13E/6730	Les boîtiers visés par la décision n° 13E/6396 du 14 juin 1939 peuvent être modifiés comme suit : 1° le joint dressé d'assemblage est réduit de 15 à 10 mm. de largeur; 2° le diamètre intérieur de la cuvette est porté de 100 à 110 mm. Ces modifications sont reprises au plan n° 3.200.232.
10-5-1942	Idem.	13E/6743	Sonnerie magnétique à noyau polarisé s/plan n° 21.150-Si. Spécimen examiné : Fabrication : n° 120.985; n° d'op.

1-7-1942	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/6750	<p><i>Modification de détail apportée à la sonnerie magnétique type S.t.a.g. 17 agréée le 19.5.42 — décision 13E/6743: les brides dressées de l'assemblage des deux couvettes sont reliées entre elles par 4 vis au lieu de 3.</i></p> <p>Voir plan n° 2.200.146.</p>
16-7 1942	Idem.	13E/6751	<p>Boîtier pour circuit de signalisation à un bouton-poussoir et deux regards avec double glace, suivant plan numéro 2.200.141.</p> <p>—</p> <p>Cet appareil rappelle 2 des 15 boîtiers ayant fait l'objet de la décision 13E/6298 du 23-11-1938.</p>

VIII. — VENTILATEURS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS												
18-12-1942	Société Belge d'Outillage Pneumatique B. O. P., rue Dobbelenberg, 90, Haren.	13B/5532	<p>Avenant aux décisions 13B/5018 du 4-2-1928 et 13B/5165 du 6-7-1937 relatives à des ventilateurs « Victory » de 400, 300 et 600 mm. de diamètre : substitution au bronze, utilisé pour la fabrication de la tuyère de détente d'un alliage dénommé « Zamac » dont la composition est la suivante :</p> <table data-bbox="1199 667 1618 819"> <tr> <td>Zinc</td> <td>95</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Aluminium</td> <td>4</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Cuivre</td> <td>1 à 1,25</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Magnésium</td> <td>0 à 0,2</td> <td>%</td> </tr> </table> <p>Cet alliage étudié en 1937 a donné lieu à des essais satisfaisants; il a été visé dans la décision 13B/5174 du 28-10-37.</p>	Zinc	95	%	Aluminium	4	%	Cuivre	1 à 1,25	%	Magnésium	0 à 0,2	%
Zinc	95	%													
Aluminium	4	%													
Cuivre	1 à 1,25	%													
Magnésium	0 à 0,2	%													

IX. — LOCOMOTIVES DIESEL

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
14-4-1942	S. A. des Moteurs Moës à Waremme.	13G/7247	<p>1 locomotive Diesel, type D.L.M.-4 à 4 cylindres verticaux — cycle Diesel à 4 temps — alésage des cylindres : 120 mm.</p> <p>Course des pistons : 160 mm.</p> <p>Vitesse normale : 1.000 tours/minute.</p> <p>Puissance 56 CV, poids en ordre de marche : 10 tonnes.</p> <p>Encombrement : 4,40 × 1,575 × 0,905.</p> <p>s/plans : 20.827, 20.832 et 20.831.</p> <p>N° du moteur examiné : 53.401.001.</p> <p>N° du châssis examiné : 570.540.101.</p>
5 8-1942	Idem.	13G/7282	<p>1 locomotive Diesel type D.L.M.3 à 3 cylindres verticaux — cycle Diesel à 4 temps — alésage des cylindres : 120 mm.</p> <p>Course des pistons : 160 mm.</p> <p>Vitesse normale : 1.000 t/m.</p> <p>Puissance : 42 CV.</p> <p>Poids en ordre de marche : 8 tonnes.</p> <p>Encombrement : 3.860 × 1.500 × 760.</p> <p>s/plans 20.206-4, 20.226bis, 20.247A, 20.247B, 20.269, 20,500, 20501A et 20.502.</p> <p>N° du moteur : 53.302.001.</p> <p>N° du châssis : 465.530.101.</p>

IX. -- LOCOMOTIVES DIESEL (suite)

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
7-10-1942	Compagnie Belge Humboldt-Deutz, 64, rue Ravenstein, Bruxelles.	13G/7294	<p>1 locomotive Diesel-Deutz modèle MLH-220 à 1 cylindre horizontal — Cycle Diesel à 4 temps. Alésage cylindre : 150 mm. Course du piston : 200 mm. Vitesse normale : 900 tours/minute. Puissance : 20 CV. Poids en ordre de marche : 4,5 tonnes. Encombrement: 2,700 × 1,250 × 806 mm.</p> <p>—</p> <p>s/plans : 525.237 (encombrement); 459.092 (dispositifs de sécurité); 452.294-B₃ (plaquettes d'empilage).</p> <p>—</p> <p>N° du moteur : 739.750. N° du châssis : 46.450.</p>

X. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
14-4-1942	S. A. Les Ateliers Mécaniques, à Morlanwelz-Hayettes.	13C/551	Lampe type M.O.A.H.-3, construite par la firme Dominitwerke de Dortmund. Tension : 2,6 volts — accumulateur cadmium-nickel à 2 éléments, ampoule à 1,75 ampère — capacité accu : 27 am/h. Poids de la lampe complète : 4,570 kg. s/plan n° 39/10.864.F.
18-6-1942	Idem.	13C/5521	Lampe électrique portative (accumulateur alcalin à 2 éléments — 2,6 volts. 0,5 ampère) combinée avec une lampe à benzine servant d'indicateur de grisou, type S.A.W.8, construite par la firme Dominitwerke de Dortmund. s/plan n° 144/13,715.F. L'usage de cette lampe est réservé au personnel de maîtrise.

XII. — GRISOUMÈTRES

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
18-6-1942	S. A. Les Ateliers Mécaniques, à Morlanwelz-Hayettes.	13C/5521	Indicateur de grisou combiné avec une lampe électrique portative, type S.A. W.8, destinée au personnel de maîtrise, construite par la firme Dominit- werke de Dortmund. (voir plan n° 144/13.715.F.)

12. — PROPAGANDE DE LA SECURITE

a) Diffusion des tracts et publications de l'Institut.

1. Brochure « Un mot aux boueifeux ».

Exemplaires distribués	72 français	1 flamand
Exemplaires vendus	380 français	22 flamands
Total	452 français	23 flamands

2. « Quelques mots sur la détection et l'analyse du grisou ».

Exemplaires distribués	60 français	2 flamands
Exemplaire vendu	1 français	—
Total	61 français	2 flamands

3. Brochures sur « Le matériel électrique antigrisouteux à l'Institut National des Mines. — L'expérience de 10 ans — 1930-1940 ».

Exemplaires distribués	6
Exemplaires vendus	12

4. Rapport sur les Travaux de l'Institut.

	1932	1937	1940	1941
Exemplaires distribués	—	—	5	240
Exemplaires vendus	1	1	—	96

* * *

b) Liste des visites éducatives reçues en 1942.

Dates	Nom et qualité des visiteurs	Nombre
8-1	M. Van Esbrœeck, professeur à l'Université de Gand, et M. Dufour, élève-ingénieur	2
10-2	Membres du Jeune Barreau de Mons	17
13-2	MM. Armanet, Professeur à l'Ecole des Mines de Paris; Cadel, Directeur des Mines de Petite-Rosselle, Ledune et Négroni, respectivement Directeur et Ingénieur divisionnaire aux Mines de Crespin	4
4-6	Elèves-Ingénieurs de l'Ecole des Mines de Mons; M. Brison, Ingénieur principal des Mines et Professeur	14
11-6	Elèves de l'Ecole industrielle du Musée Professionnel de l'Etat à Morlanwelz, sous la conduite de MM. les Professeurs Delguste, Dorane et Legrand	17
16-6	Elèves des Ecoles industrielles de Châtelet et Gilly, M. Laurent, Ingénieur principal des Mines et Professeur, MM. Scheirlinckx et Lambotte, respectivement Ingénieurs aux Charbonnages du Trieu-Kaisin et du Boubier	16
19-8	M. le Directeur général des Mines Raven et M. l'Ingénieur principal Paques	2
2-9	MM. Arthur Poskin, Administrateur et Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux, Paul Poskin, Fouragne et Berce, Professeurs.	4
22-9	Ingénieurs de la promotion 1941-1942 : MM. Anique, Delmer, Delrée et Ledent du Corps des Mines	4
Total :		80

* * *

13. — LABORATOIRE DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

Activité en 1942

A. — Analyses d'échantillons d'air envoyés à la suite d'accidents.

Nous avons effectué l'analyse complète, par la méthode du fractionnement à basse température (dosage de H_2 , O_2 , CH_4 , N_2 , C_xH_y , CO_2 et CO) de cinq échantillons dont deux d'entre eux nous ont été envoyés par la Compagnie des Mines de Crespin-Nord (Fr.).

B. — Mise au point d'une méthode de dosage du CO par l'oxyde d'argent.

La méthode de dosage utilisée jusqu'à présent pour la détermination du CO a été décrite dans les *Annales des Mines (Annales des Mines de Belgique, T. 39, 1938, p. 129)* Elle fait usage d'un catalyseur mixte quartz + oxyde de cuivre, opération à 270° environ et transformant le CO en CO_2 .

Cette réaction se produit à température plus basse et beaucoup plus rapidement en présence d'oxyde d'argent préparé dans certaines conditions spéciales lui assurant une grande activité.

Ce catalyseur a simplement remplacé le couple oxyde de cuivre-quartz dans l'appareil de dosage du CO et présente l'avantage d'être beaucoup plus actif. La précision du dosage permet de déceler facilement le 0,01 % pour un échantillon moyen de 300 cm^3 . Elle pourrait être augmentée pour un échantillon plus important.

Le détail de la préparation du catalyseur, le mode opératoire du dosage, ainsi que les résultats des expé-

riences de contrôle sont décrits dans la note : Annexe I au présent rapport.

C. — Recherches sur l'oxydation photosensibilisée du méthane.

Le rapport annuel de l'Institut National des Mines sur l'exercice 1941 (*Ann. des Mines de Belgique*, T. 43, 1942, p. 117) contient une note annexe relatant les premiers résultats d'une étude dont le but est de déterminer le mécanisme chimique de l'oxydation lente et de la combustion vive du méthane.

Les méthodes de la photochimie peuvent être appliquées à cette étude et les résultats consignés dans le rapport de l'an dernier se rapportent à des expériences d'oxydation du méthane photosensibilisée par l'acétone.

Un mélange de méthane et d'oxygène en présence d'un peu d'acétone était soumis à l'action des rayons ultra-violetes et il s'ensuivait une oxydation du méthane dès la température de 200° (bien inférieure à la température où l'oxydation lente du mélange pur $\text{CH}_4 + \text{O}_2$ commence à se manifester).

L'examen critique des résultats confirme fortement un mécanisme chimique d'oxydation basé sur l'action des radicaux CH_3 , OH , HCO . En fait l'action des rayons ultra-violetes sur l'acétone est de fournir précisément le radical CH_3 qui déclenchera ainsi une oxydation du méthane dès 200°.

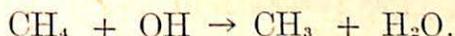
Tout naturellement, ces hypothèses déjà confirmées l'an dernier, demandaient de nouvelles preuves.

C'est pourquoi, au cours de cette année, des expériences en tous points semblables ont été faites en utilisant soit l'acide formique, soit l'acide acétique, soit l'aldéhyde acétique au lieu de l'acétone comme photosensibilisateur.

Ces composés se dissocient également sous l'action des rayons ultra-violetes en fournissant des radicaux CH_3 ou OH .

Dans ces expériences, les résultats sont moins susceptibles de mesures quantitatives, mais ils confirment parfaitement ceux qui ont été obtenus avec l'acétone.

De plus, le cas de l'acide formique fournit de fortes présomptions en faveur du rôle joué par le radical OH qui se trouverait être un des principaux acteurs dans le mécanisme en chaîne proposé pour l'oxydation lente du CH_4 . En effet, l'acide formique fournit vraisemblablement, en absorbant les rayons ultra-violetes, une petite quantité de radicaux OH . Ceux-ci en présence du méthane, doivent réagir suivant :



En opérant en absence d'oxygène, les radicaux CH_3 ainsi formés doivent se recombinaison en fournissant de l'éthane : $2 \text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$. La présence d'éthane a été mise en évidence sans aucun doute possible et donne ainsi une nouvelle preuve formelle de la réaction $\text{CH}_4 + \text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3$ qui constitue un des échelons fondamentaux du mécanisme en chaîne proposé pour l'oxydation lente du méthane.

A l'heure actuelle, des expériences sont tentées afin d'en tirer des résultats reproductibles et susceptibles de mesures quantitatives.

Les difficultés rencontrées dans l'obtention du matériel nécessité pour la poursuite de ces recherches font en sorte que toutes ces expériences sont poursuivies avec des moyens tels que les résultats ne restent souvent que qualitatifs.

Grâce au subside du Fonds National de la Recherche Scientifique, nous avons pu commander tout un matériel

de photochimie pour continuer ces études et en tirer des résultats définitifs; malheureusement, nous attendons depuis un an la livraison de ces appareils.

Dès qu'ils seront en notre possession, nous pouvons espérer commencer directement les mesures en connaissance de cause et les résultats provisoires décrits ici auront au moins l'avantage de nous éviter tout tâtonnement préalable.

Enfin, quelques expériences ont été faites à propos de l'inhibition dans l'oxydation du méthane. Des mélanges de méthane et d'oxygène, en présence d'iodure de méthyle, ont été soumis à l'action des rayons ultra-violet; on se trouve ainsi dans les mêmes conditions que pour les mélanges méthane + oxygène en présence d'acétone puisque les rayons ultra-violet font apparaître dans les deux cas, les radicaux CH_3 , soit au dépens de l'iodure de méthyle, soit au dépens de l'acétone.

La différence se trouve précisément dans le fait que l'iodure de méthyle doit inhiber la réaction d'oxydation ainsi déclenchée et les premiers résultats le montrent effectivement.

Le but de ces expériences est d'établir le mécanisme de l'inhibition qui a été étudiée plutôt empiriquement durant les dernières années antérieures à 1940 en Angleterre par le « Safety in Mines Research Board ».

D. — Projets de recherches pour l'année 1943.

Le paragraphe précédent contient donc les premiers pas du programme général des études subsidiées par le Fonds National de la Recherche Scientifique. Ce programme sera poursuivi en 1943 dans les limites possibles, étant donné les retards dans l'obtention du matériel commandé.

Entretemps, afin d'utiliser au mieux des périodes

d'attente d'un outillage dont la livraison devient assez problématique, nous envisageons une série de points à vérifier et de courtes études à entreprendre :

a) *Prouver la présence continue de HCOH dans la combustion du CH₄.*

La présence d'aldéhyde formique dans la combustion lente du CH₄ a été mise en évidence par M. Coppens à l'aide de son spectre d'absorption (*Ann. des Mines de Belgique*, T. 41, 1941, p. 177).

Cependant, M. Coppens a constaté le phénomène curieux suivant : L'aldéhyde formique se forme en concentration croissante tout au début seulement de la réaction; ensuite, il semble disparaître complètement; cette apparition et disparition coïncident avec une augmentation de pression suivie d'une diminution indiquant la poursuite de la réaction lente d'oxydation.

Cette variation de la pression a été interprétée par M. Coppens comme due à la formation de vapeur d'eau qui augmente au début la pression d'une valeur correspondante à la tension de la vapeur de l'eau à la température ordinaire.

Il ne donne aucune explication sur la disparition simultanée de l'aldéhyde formique.

Or, d'après le mécanisme de Bone, défendu à ce moment par M. Coppens, comme d'après celui que nous proposons, il faut nécessairement que le méthane s'oxyde en passant continuellement par l'étape aldéhyde formique; sa disparition ultérieure est donc incompatible. A notre avis, voici l'explication du phénomène : en réalité, l'aldéhyde formique ne disparaît pas du mélange en réaction, mais se transforme par réaction avec la

vapeur d'eau en une forme hydratée ne présentant plus de spectre d'absorption dans l'ultra-violet.

Pour prouver cette explication, il conviendrait de reprendre quelques expériences de M. Coppens en parlant d'un mélange humide de $\text{CH}_4 + \text{O}_2$; dans ce cas, on ne doit pas constater du tout le spectre du HCOH ou du moins un spectre fort affaibli.

b) *Etude de l'oxydation lente accélérée par la présence de différents composés (acétone, aldéhyde acétique, alcool méthylique, acide formique..., etc.).*

A haute température (environ 450°) la combustion lente du méthane est encore très faible; mais en présence de petites quantités de composés ci-dessus, elle est fortement accélérée.

Cet effet s'interprète très simplement en admettant que ces composés libèrent à ces températures les radicaux CH_3 , OH et HCO qui sont précisément les centres actifs de la réaction en chaîne $\text{CH}_4 + \text{O}_2$.

L'étude comparée des influences de ces divers composés fournira très probablement une série de nouveaux renseignements sur le mécanisme de la combustion du grisou.

c) *Etude du spectre d'émission de la flamme $\text{CH}_4 + \text{air}$.*

La lumière émise par la flamme $\text{CH}_4 + \text{air}$ est très faible et il faut une longue exposition pour impressionner les plaques spectrographiques. Ces flammes ont été spectrographiées lorsqu'elles sont entretenues dans un brûleur et on y a identifié le radical OH .

Peut-être, pourrait-on essayer de les spectrographier lorsqu'elles se produisent dans un tube placé dans l'axe du spectrographe?

Il est possible qu'on pourra même constater des différences entre le spectre émis par la flamme en aval et en amont du sens de sa propagation.

d) *La réaction $CH_4 + O_2$ déclenchée par le rayonnement ultra-violet très lointain.*

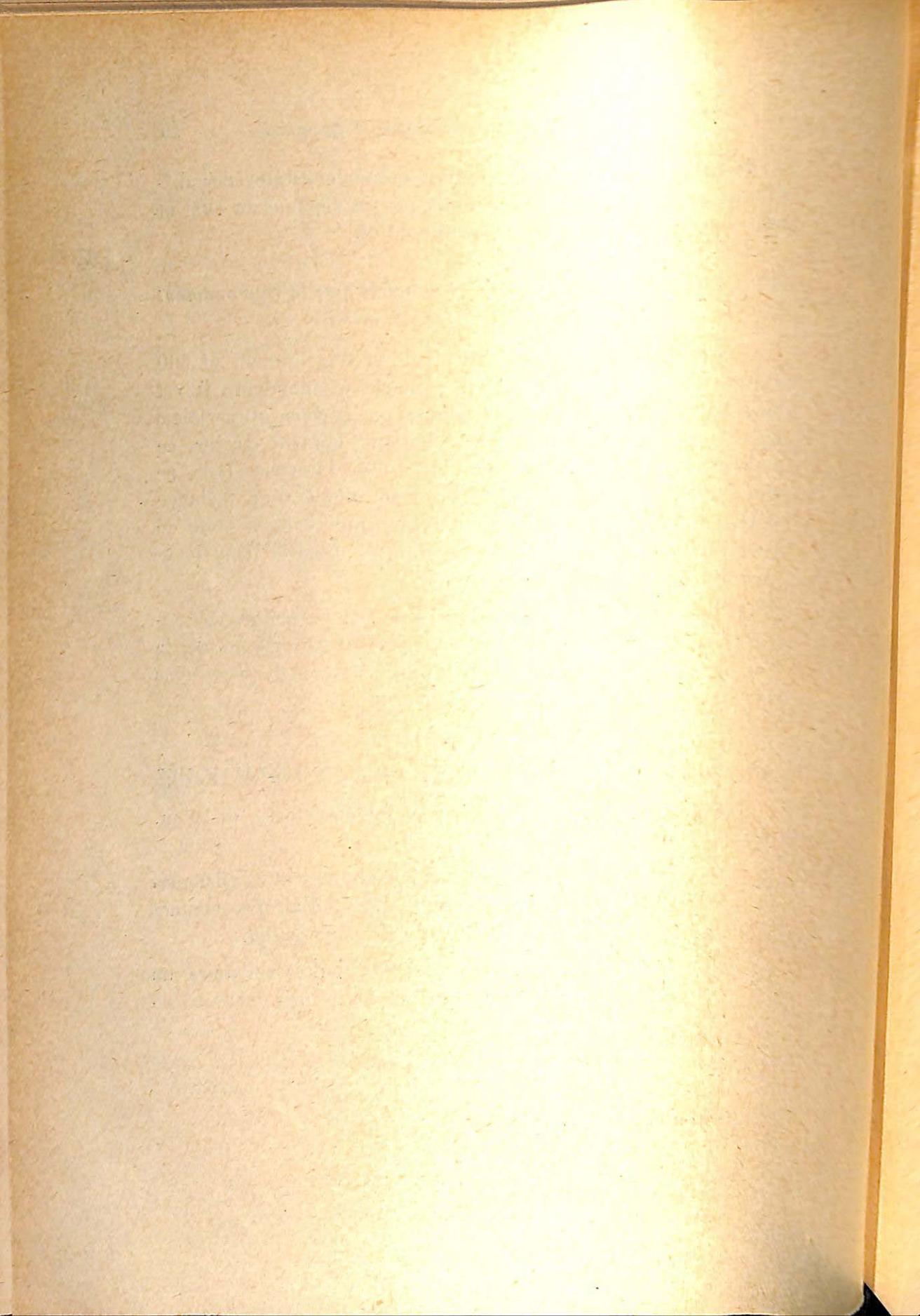
Le méthane absorbe l'ultra-violet très lointain (1.500 Angström) absorbé par le quartz. Cependant, il est possible que les petites lampes à rayons ultra-violet que nous employons actuellement laissent passer ce rayonnement en excessivement faible intensité. Dans ce cas, en plaçant la lampe au sein même d'un mélange $CH_4 + O_2$, on pourra provoquer une réaction lente de combustion et suivre les composés formés dans cette combustion.

Il est possible cependant que ces réactions photo-chimiques seront voilées par l'effet thermique de la lampe. Un petit nombre d'expériences d'essais nous fixeront assez rapidement à ce sujet.

14. — LA QUESTION DES FILAMENTS METALLIQUES

Nous avons eu à étudier spécialement cette question. Nous donnerons d'abord :

- 1° La théorie des réactions en chaînes et l'inflammation des mélanges de méthane et d'air par contact avec une source étrangère d'inflammation;
- 2° A quelles conditions théoriques doit satisfaire un filament pour ne pas enflammer le grisou?



Inflammation des mélanges grisouteux par contact avec une source étrangère

Note de Ad. VAN TIGGELEN,

Docteur en Sciences chimiques, attaché à l'Institut.

La théorie relativement récente des réactions en chaînes a fait progresser énormément l'étude des réactions d'inflammation et d'explosion de mélanges gazeux. Elle permet de se représenter le mécanisme chimique de ces réactions, du moins lorsqu'elles se passent d'une façon homogène, c'est-à-dire lorsque toute la masse gazeuse, réalisant certaines conditions de pression et de concentration, est portée soit à une température un peu inférieure à la température d'inflammation (mécanisme de combustion lente), soit à une température égale ou supérieure (combustion vive).

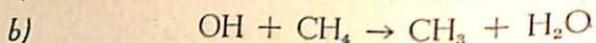
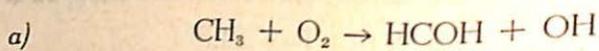
On ne sait pratiquement encore rien sur le mécanisme chimique au moment même de l'inflammation provoquée par une source étrangère : étincelle, flamme, filament incandescent, etc. Il doit cependant exister certaines conditions minima réalisées par la source pour que son contact avec un mélange explosif, maintenu à la température ordinaire, provoque l'inflammation. Il est évident que celle-ci est due à un échauffement local du mélange au-dessus de la température d'inflammation.

Manifestement, la détermination des dimensions minima de cette source présente un intérêt primordial pour des problèmes tels que la prévention des explosions de grisou dans la mine. Il ne fait aucun doute que cette dimension dépendra en premier lieu de certaines lois physiques telles que : nature de la source, conductivité thermique du mélange, convection, etc. Cependant, il faut admettre que certaines conditions d'ordre purement chimique devront se trouver réalisées.

La suite de cette note est un essai de déduction de ces conditions et il convient tout d'abord de rappeler brièvement ce que nous admettons être le processus de la réaction. Pour une meilleure compréhension de ce rappel, nous renvoyons à nos publications antérieures sur la combustion du méthane considérée comme une réaction en

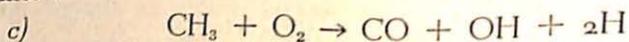
chaîne (1). Il nous est évidemment impossible d'exposer ici dans toute son extension nécessaire la théorie des réactions en chaînes et nous renvoyons au traité de Seménoff (2) pour tous les développements que nous n'explicitons pas ici.

Ecrivons les deux réactions qui assurent la propagation de la chaîne dans l'oxydation du méthane :



A ces réactions, il faut nécessairement en ajouter une nouvelle qui permet le branchement des chaînes, condition nécessaire pour expliquer l'allure explosive que peut prendre la réaction globale.

Nous supposons que cette réaction de branchement sera la suivante :



Cette réaction fait donc apparaître deux centres actifs supplémentaires (deux atomes H), qui se transforment d'ailleurs très rapidement en deux radicaux OH par l'action de l'oxygène. Nous justifierons ultérieurement cette réaction à propos du retard à l'inflammation.

La réaction *b)* a été étudiée antérieurement et nous avons trouvé qu'elle nécessite une énergie d'activation égale à 8.500 calories; sa vitesse s'exprimera donc par :

$$V_b = K_b (\text{CH}_4) (\text{OH}) e^{-(8500/RT)}$$

T étant la température à laquelle elle se produit.

La réaction *a)* se produit à chaque collision (énergie d'activation nulle); sa vitesse est :

$$V_a = k_a (\text{O}_2) (\text{CH}_3)$$

La réaction *c)*, au contraire, exige une énergie d'activation égale à 82.000 calories (ce qui montre que cette réaction n'est possible qu'à température élevée); sa vitesse est :

$$V_c = k_c (\text{O}_2) (\text{CH}_3) e^{-(82000/RT)}$$

Les symboles (O_2) , (CH_4) , (CH_3) et (OH) désignant les pres-

(1) *Annales des Mines de Belgique*, T. 42 (1941), p. 773; T. 43 (1942), p. 117.

(2) N. SEMENOFF. — *Chemical Kinetics and Chains Reactions*. Oxford, Clarendon Press, 1935.

sions partielles des constituants O_2 , CH_4 , CH_3 et OH au sein du mélange en réaction; p désignera la pression totale.

Ces quelques données suffisent pour la compréhension des déductions que nous allons en tirer.

1. — *Calcul théorique de τ : le retard à l'inflammation.*

Considérons un mélange inflammable CH_4 + air maintenu à une température et à une pression telle qu'il se trouve dans les conditions requises pour l'inflammation. Dans ce cas, la théorie des réactions en chaînes montre que la vitesse de la réaction atteindra très rapidement une valeur énorme (pratiquement infinie comparativement à la vitesse des réactions ordinaires) à cause du branchement continu des chaînes se développant au sein du mélange.

Cependant, cette grande vitesse ne s'établira qu'après un certain temps variable suivant les conditions expérimentales de température, pression et concentration et appelé « période d'induction » ou « retard à l'inflammation » τ . Dans la théorie des réactions en chaîne, on explique ce retard comme étant dû au fait qu'une chaîne isolée exige un certain temps pour se développer jusqu'à une réaction de branchement.

Nous allons maintenant montrer comment cette période d'induction peut dépendre des variables chimiques du système, c'est-à-dire de la température, pression et concentration.

Supposons qu'on puisse observer un centre actif CH_3 pris au hasard dans le mélange en réaction et voyons ce qui se passe lorsque ce radical CH_3 parcourt une distance linéaire égale à x .

La théorie cinétique des gaz permet de calculer le nombre Z de collisions que subit une molécule quelconque se déplaçant linéairement d'une distance x dans un gaz :

$$Z = \frac{3 \pi x^2}{4 \lambda^2}$$

λ étant le libre parcours moyen dans le gaz à une température et une pression déterminées.

Z sera donc le nombre de collisions subies par le radical CH_3 .

Parmi ces chocs, certains permettent la réaction de branchement $CH_3 + O_2 \rightarrow CO + OH + 2H$; ces chocs particuliers se produisent avec une probabilité égale à P .

Par conséquent, si on représente par ν le nombre de fois que la chaîne sera branchée pendant que le centre actif parcourt la distance x , on a :

$$\nu = \frac{3 \pi x^2}{4 \lambda^2} P$$

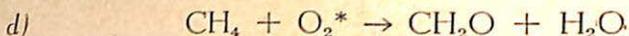
Déterminons maintenant la probabilité P :

La réaction *c)* n'est possible qu'à deux conditions : elle doit se produire avec une molécule d'oxygène et avec une molécule possédant une énergie au moins égale à 82.000 calories par mole.

Dès lors, la probabilité d'une réaction individuelle de branchement par action d'une molécule ainsi activée d'oxygène avec un radical CH_3 est égale à :

$$P_b = \frac{(\text{O}_2)}{p} e^{-(82000/\text{RT})}$$

Il est clair que le produit $[(\text{O}_2)/p] e^{-(82000/\text{RT})}$ est aussi égal à la pression partielle relative des molécules d'oxygène porteur d'une énergie au moins égale à l'énergie d'activation de 82.000 calories par mole. Désignons par O_2^* ces molécules; ces molécules sont excessivement réactionnelles et pourront par exemple réagir très facilement avec une molécule ordinaire de méthane :



La légitimation de cette réaction nous sera montrée plus loin par le fait qu'elle nous permettra de déduire une valeur de τ qui varie avec la concentration en méthane conformément à l'expérience.

Le rôle de cette réaction *d)* est de réduire la concentration des molécules O_2^* dont la pression partielle relative deviendra :

$$\frac{(\text{O}_2)}{p} \frac{p}{(\text{CH}_4)} e^{-(82000/\text{RT})}$$

et la probabilité P devient finalement :

$$P = \frac{(\text{O}_2)}{(\text{CH}_4)} e^{-(82000/\text{RT})} \quad (1)$$

ce qui donne :

$$\nu = \frac{3 \pi x^2}{4 \lambda^2} \frac{(\text{O}_2)}{(\text{CH}_4)} e^{-(82000/\text{RT})}$$

Si on fait $v = 1$, cela veut dire que le centre actif CH_3 parcourt une distance x telle qu'il se produit sur ce parcours une seule réaction de branchement; cette condition s'écrira :

$$\frac{5 \pi x^2}{4 \lambda^2} = \frac{(\text{CH}_4)}{(\text{O}_2)} e^{82000/RT}$$

Il est clair maintenant que le temps δ , pour qu'une chaîne se développe jusqu'à la première réaction de branchement, sera le temps nécessaire pour que le centre actif franchisse la distance x ; par conséquent :

$$\delta = \frac{5 \pi x^2}{4 \lambda^2} \theta$$

$5 \pi x^2/4 \lambda^2 =$ nombre total de chocs moléculaires subis par CH_3 parcourant la distance linéaire x ;

$\theta = \lambda/c =$ temps s'écoulant entre deux chocs moléculaires quelconques; c étant la vitesse de translation des molécules, cette vitesse ne diffère que très peu de la vitesse quadratique moyenne.

Comme il y a plusieurs chaînes qui se développent simultanément dans le gaz et cela pendant un certain temps avant que la vitesse de réaction devienne pratiquement infinie, on peut écrire :

$$\tau = K\delta = K \frac{5 \pi x^2}{4 \lambda^2} \theta = K \frac{\lambda}{c} \frac{(\text{CH}_4)}{(\text{O}_2)} e^{82000/RT} \quad (2)$$

La formule 2 peut encore être déduite d'une autre manière. La théorie des réactions en chaînes branchées montre que la vitesse d'une réaction, lorsque le branchement des chaînes l'emporte sur la rupture (régime d'inflammation), s'exprime par :

$$V = A e^{\phi t}$$

On voit que la vitesse croît très rapidement avec le temps t , et après un temps $t = \tau$ (retard à l'inflammation), la vitesse sera pratiquement infinie (inflammation). Il suffit pour cela que ϕt soit égal à une certaine constante K' .

Or :

$$\phi = f - a$$

où on a respectivement :

f = nombre de nouveaux centres actifs formés par unité de temps pour les réactions de branchement à partir d'un centre actif quelconque présent dans le gaz;

g = nombre de centres actifs détruits par unité de temps par les réactions de rupture de chaîne et rapporté au nombre total de centres actifs présent au sein du gaz.

Lorsqu'on se trouve dans les conditions requises pour que l'inflammation soit possible, on peut négliger g à côté de f et il reste :

$$\phi = f$$

Or, nous venons de voir qu'en un temps $(\lambda/c)(3\pi x^2/4\lambda^2)$, un centre actif crée deux nouveaux centres par branchement (réaction c). Par conséquent :

$$\phi = f = \frac{2}{\frac{\lambda}{c} \frac{3\pi x^2}{4\lambda^2}}$$

et enfin :

$$\tau = \frac{K'}{\phi} = \frac{K'}{2} \frac{\lambda}{c} \frac{3\pi x^2}{4\lambda^2}$$

Cette équation est bien équivalente à l'expression (2); il suffit de faire $K = K'/2$.

La formule que nous obtenons ainsi tout à fait théoriquement pour τ se conforme assez bien à ce que l'on sait expérimentalement sur le retard à l'inflammation (voir traité de Seménoff).

1. Variation de τ avec la température. — Si λ et c varient avec T , cette variation est peu importante comparativement à l'influence du facteur $e^{82000/RT}$. La variation de τ suivant ce terme a été trouvée expérimentalement (1).

2. Variation de τ avec la pression. — Le facteur $(\text{CH}_4)/(\text{O}_2)$ n'a pas de dimensions, seul λ varie comme l'inverse de la pression; ce qui nous donne une variation de τ comme $1/p$ au lieu de $1/p^{1,8}$ observé. Il est à remarquer cependant que les variations en fonction de p sont assez difficiles à établir expérimentalement, car elles sem-

(1) NEUMANN et EGOROW. — *Phys. Zts. Sowjeunion*, I, p. 536 (1932). — DIXON, HIGGINS ET HARWOOD. — *Trans. Farad. Soc.*, 22, p. 267 (1926). — MASON et WHEELER. — *J. Chem. Soc.*, 125, p. 1869 (1924).

blent dépendre de facteurs très variables, par exemple la nature du récipient où se fait la réaction (1).

5. Variation de τ avec la concentration en CH_4 . — Expérimentalement, on a trouvé une variation de τ à peu près proportionnelle à $(\text{CH}_4)/(\text{O}_2)$ (1).

II. — *Calcul de d : dimension minimum d'une source étrangère d'inflammation.*

Afin de fixer les idées, nous supposerons que la source étrangère d'inflammation est constituée par un filament chauffé électriquement et maintenu dans une atmosphère non confinée formée d'un mélange inflammable de méthane et d'air.

Si le diamètre d du filament est suffisamment petit, inférieur par exemple au $1/10$ mm., on doit admettre que son refroidissement par l'atmosphère ambiante n'obéit plus aux lois ordinaires de la transmission de la chaleur.

Cherchons maintenant à nous imaginer ce qui se passe au voisinage de ce filament et comment se produit son refroidissement.

Les molécules venant heurter le filament sont réémises avec une vitesse fortement accrue; cet accroissement de vitesse correspond à l'énergie prélevée sur le filament; cependant, elles ne garderont pas très longtemps cette vitesse élevée, par suite de chocs qui se produisent déjà après un parcours de $5 \cdot 10^{-6}$ cm. ($5 \cdot 10^{-6} = \lambda$ libre parcours moyen dans le gaz ambiant); leur vitesse sera très rapidement dissipée et répartie uniformément sur des molécules qui sont situées à une distance de quelques λ du filament. Celles-ci, étant donné que l'atmosphère entourant le fil n'est pas confinée, disparaîtront très rapidement noyées dans la masse assez rapprochée du fil où se trouve réalisée la distribution Maxwellienne des vitesses pour les conditions ordinaires de température et pression. On admet généralement qu'il faut environ 10^4 à 10^5 chocs pour qu'une molécule perde complètement l'énergie qu'elle pouvait posséder accidentellement.

Cette image revient à dire que le filament est entouré d'une gaine dont la profondeur sera du même ordre de grandeur que le diamètre du fil et où les molécules seront « thermiquement » fort agitées à tel point que, dans cette région, il peut même se produire des écarts à la distribution de Maxwell-Boltzmann.

(1) Références citées au bas de la page précédente.

Au delà de cette région de profondeur voisine de d (probablement même inférieure à d), nous aurons une atmosphère assez semblable au gaz éloigné du fil en ce qui concerne la température et la pression. Cette image explique le fait expérimental du refroidissement relativement beaucoup plus rapide pour un filament dont le diamètre est inférieur à certaine limite.

Pour résumer, nous dirons ceci :

Soit un filament très mince de diamètre d maintenu à une température T supérieure à la température d'inflammation d'un mélange inflammable au sein duquel il se trouve placé : il se formera autour de lui une gaine où la température sera très voisine de T et dont la profondeur atteint une valeur voisine de d . Au delà de cette zone, la température sera fortement réduite et en tout cas inférieure à la température d'inflammation.

Il s'ensuit immédiatement que l'inflammation ne pourra naître que dans cette zone et de là se propager dans toute la masse.

On voit de suite qu'il suffira de déterminer la profondeur minimum de cette zone pour établir en même temps le diamètre minimum du fil en dessous duquel il est incapable de déclencher l'inflammation. Au contact du filament et au sein de cette zone gazeuse, des centres actifs CH_3 sont formés et, avant de sortir de la « gaine chaude », ils parcourent une distance maximum égale à d . Au delà, ils disparaîtront sans donner naissance à des chaînes branchées, puisque les conditions d'inflammabilité ne sont plus réalisées à partir d'une distance d du filament. Soit n le nombre de centres actifs qui sont ainsi continuellement présents dans la zone d .

La réaction c fait apparaître deux nouveaux centres actifs; par conséquent, il suffit que $n/2$ des n centres puissent donner lieu à une réaction de branchement durant leur séjour dans la gaine d , pour que le nombre de centres actifs s'accroisse, c'est-à-dire que le branchement soit effectif.

Nous avons vu que la probabilité de branchement est donné par :

$$P = \frac{(\text{O}_2)}{(\text{CH}_4)} e^{-(82000/\text{RT})}$$

La probabilité de l'événement inverse est donc :

$$P_1 = 1 - \frac{(\text{O}_2)}{(\text{CH}_4)} e^{-(82000/\text{RT})}$$

Il est clair que P est incomparablement plus petit que P_1 .

Le calcul des probabilités traite le problème que nous envisageons ici et dit :

Imaginons une série de n épreuves donnant lieu à deux alternations de probabilité P et $P_1 = 1 - P$; dans ce cas, la probabilité que $n/2$ épreuves fournissent l'une des deux alternatives s'exprime par :

$$P_{n/2} = P^{n/2} P_1^{n/2}$$

Par conséquent, la probabilité que $n/2$ des n centres puisse donner lieu à une réaction de branchement sera :

$$P_{n/2} = \left[\frac{(O_2)}{(CH_4)} e^{-(82000/RT)} \right]^{n/2} \left[1 - \frac{(O_2)}{(CH_4)} e^{-(82000/RT)} \right]^{n/2}$$

On peut négliger $(O_2)/(CH_4) e^{-(82000/RT)}$ à côté de 1 et il vient :

$$P_{n/2} = \left[\frac{(O_2)}{(CH_4)} e^{-(82000/RT)} \right]^{n/2}$$

Désignons maintenant par $P_{1/2}$ la « probabilité d'un demi-événement de branchement », c'est-à-dire la probabilité pour que le branchement d'un centre actif considéré isolément soit tel que, globalement, il se produit un branchement sur deux lorsqu'on considère tous les centres actifs présents dans le gaz contenu dans la région d .

Il est évident que :

$$P_{1/2} = \sqrt[n]{P_{n/2}} = \left[\frac{(O_2)}{(CH_4)} e^{-(41000/RT)} \right]^{1/2}$$

Voyons maintenant à quelle condition la distance d sera telle que les centres actifs en la parcourant donneront tous ensemble un bilan tel que le branchement sera en boni. Nous avons déjà vu, à propos du calcul de τ , que $3 \pi d^2 / 4 \lambda^2$ représente le nombre de chocs moléculaires subi par une molécule se déplaçant linéairement d'une distance d . Dès lors :

$$\frac{3 \pi d^2}{4 \lambda^2} \left[\frac{(O_2)}{(CH_4)} e^{-(41000/RT)} \right]^{1/2} = \nu'$$

ν' étant donc le nombre de fois que le « demi-événement de branchement » peut se produire pour un centre actif pris isolément.

Si on fait $\nu' = 1$, cela veut dire que d permettra tout juste que le bilan du branchement (considéré relativement à tous les centres)

soit en boni. On obtient ainsi une valeur minimum pour d en dessous de laquelle il est impossible pour la réaction de passer au régime des chaînes branchées, c'est-à-dire au régime de la déflagration.

On obtient ainsi directement :

$$d^2 = \frac{4 \lambda^2}{3 \pi} \left[\frac{(\text{CH}_4)}{(\text{O}_2)} \right]^{1/2} e^{41000/RT} \quad (3)$$

Cette formule permet de calculer d ; si le diamètre du filament est inférieur à d , il sera incapable d'enflammer le mélange explosif dans lequel il est placé.

Nous ferons une application de cette équation dans le dernier paragraphe de cette note et nous verrons que nous arriverons ainsi à une dimension conforme à ce que des recherches expérimentales ont montré.

En combinant les équations 2 et 3, on obtient une nouvelle expression de d montrant la dépendance vis-à-vis de τ :

$$d^2 = \frac{4 \lambda^{1.5}}{3 \pi} \sqrt{\frac{c \tau}{K}}$$

Cette expression montre que d varie comme $\tau^{1/4}$.

Il est évident que les valeurs de τ , λ et c sont celles qui sont réalisées dans la région d .

III. — Application pratique : essai de calcul du diamètre maximum d'un filament de lampe de mine.

Théoriquement, la formule (3) permet de calculer d et d'assigner la valeur d comme diamètre que le filament d'une lampe à incandescence ne peut atteindre si on veut empêcher l'inflammation du mélange méthane plus air.

Pratiquement, le calcul ne saurait être qu'approximatif; en effet, il faut attribuer à λ et T des valeurs bien déterminées, mais qu'il est impossible d'apprécier, puisqu'il s'agit des conditions réalisées au voisinage immédiat du filament.

Quoi qu'il en soit, on peut se placer dans des conditions limites en supposant que la gaine de profondeur d entourant le filament se trouve à une température T égale à celle du filament. Nous obtiendrons ainsi une valeur pour d qui est certainement inférieure à la réalité.

Prenons par exemple le cas d'un filament chauffé à 1.500°C :

$$\lambda = 5 \times 10^{-6} \frac{1773}{273} = 3,25 \times 10^{-5}$$

$$T = 273^{\circ} + 1500^{\circ} = 1773^{\circ}$$

$$e^{41000/RT} = e^{41000/3546} = 1,05 \times 10^5$$

Prenons un mélange contenant 9,5 % de CH_4 dans l'air, c'est-à-dire 19 % de O_2 , ce qui donne :

$$\left[\frac{(\text{CH}_4)}{(\text{O}_2)} \right]^{1/2} = \sqrt{\frac{9,5}{19}} = 7,07 \times 10^{-1}$$

Et il vient finalement :

$$d^2 = \frac{4 \times (3,25)^2 \times 10^{-10} \times 7,07 \times 10^{-1} \times 1,05 \times 10^5}{5 \times 3,14}$$

$$d^2 = 5,55 \times 10^{-5}$$

$$d = 5,77 \times 10^{-3} \text{ cm.}$$

La valeur que nous obtenons ainsi ($d \cong 5,77 \times 10^{-3} \text{ cm.}$) est à rapprocher des résultats d'expériences conduites au « Safety in Mines Research Board », en Angleterre, il y a quelques années. Il apparaissait que des filaments en platine dont le diamètre est inférieur à 0,01 cm. pourraient ne pas enflammer les mélanges grisouteux (1).

Il est intéressant de calculer le nombre de collisions que subit une molécule quelconque parcourant la distance d ; ce nombre est égal à :

$$Z = \frac{3 \pi d^2}{4 \lambda^2} = \frac{3 \times 3,14 \times 5,55 \times 10^{-5}}{4 \times (3,25)^2 \times 10^{-10}} = 7,424 \times 10^4$$

Nous obtenons ainsi un nombre de chocs qui n'est pas inférieur au nombre qui suffit à dissiper presque complètement l'énergie que pourrait porter en elle une molécule quelconque. On admet, en effet, qu'il faut environ 10^4 à 10^5 chocs pour qu'une molécule perde par collision l'énergie qu'elle pourrait posséder accidentellement. Si cette molécule est appelée à réagir avec un centre actif ou si elle est elle-

(1) J. FRIPIAT. — *Annales des Mines de Belgique*, ce même numéro. (Rapport de l'I. N. M., 1942).

même un centre actif, son énergie sera dissipée avant d'avoir franchi la distance d ; au delà, toute réaction sera donc impossible, à moins que les centres (ou les molécules activées) n'aient été régénérées endéans le parcours d , ce qui est exclu comme nous l'avons vu dans la déduction de d .

La formule (3) fournit, pour d , des valeurs dépendant uniquement de la température de la source (par λ et le facteur exponentiel) et du pourcentage en méthane du mélange grisouteux [par le facteur $(\text{CH}_4)/(\text{O}_2)$]. Nous avons calculé toute une série de valeurs de d en prenant la température égale à 700, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500 et 3.000° C successivement et en prenant la concentration en CH_4 égale à 5, 7, 9,5, 12 et 14 %. On obtient ainsi un groupe de 30 valeurs de d réunies dans le tableau I destiné à montrer l'influence de la température et de la teneur en CH_4 .

La figure 10 reprend la ligne 9,5 % du tableau et représente $\log(d \times 10^4)$ en fonction de la température centigrade.

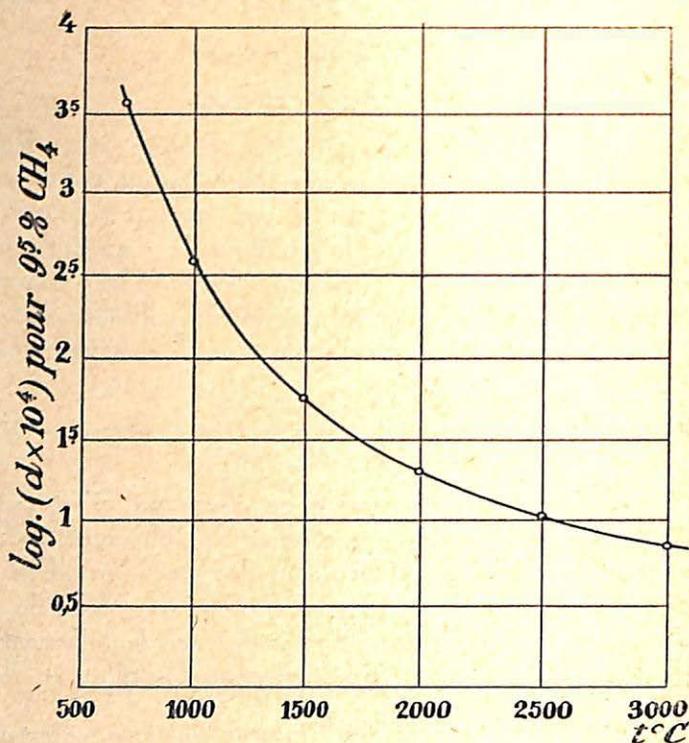


Fig. 10.

La figure 11 reprend les valeurs de la colonne 1.500° du même tableau et représente ($d \times 10^3$) en fonction de la teneur en CH_4 .

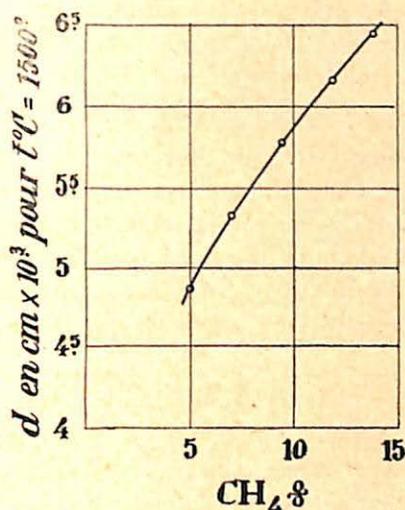


Fig. 11.

TABLEAU I

t° C	700°	1.000°	1.500°	2.000°	2.500°	3.000°
5	3.09×10^{-1}	3.37×10^{-2}	4.86×10^{-3}	1.74×10^{-3}	0.94×10^{-3}	6.34×10^{-4}
7	3.38×10^{-1}	3.69×10^{-2}	5.31×10^{-3}	1.91×10^{-3}	1.05×10^{-3}	6.95×10^{-4}
9.5	3.67×10^{-1}	4.01×10^{-2}	5.77×10^{-3}	2.07×10^{-3}	1.12×10^{-3}	7.55×10^{-4}
12	3.91×10^{-1}	4.27×10^{-2}	6.15×10^{-3}	2.21×10^{-3}	1.19×10^{-3}	8.05×10^{-4}
14	4.09×10^{-1}	4.47×10^{-2}	6.44×10^{-3}	2.31×10^{-3}	1.25×10^{-3}	8.40×10^{-4}

Conclusions.

1. Il semble possible en principe, à partir de la théorie des réactions en chaînes, de déduire certaines conditions purement chimiques pour fixer la dimension minimum d'une source étrangère d'inflammation introduite dans un mélange explosif de méthane et d'air maintenu à la température et la pression ordinaires.

2. Le retard à l'inflammation est un phénomène qui trouve une

explication simple dans la théorie des réactions en chaînes. La connaissance du mécanisme chimique de la réaction permet d'établir une équation où ce retard est exprimé en fonction des variables chimiques (température, pression et concentration). Après avoir posé un mécanisme chimique comme étant assez probable, on en déduit une expression du retard conforme aux données expérimentales.

3. En considérant le refroidissement d'un fil mince comme étant dû à des chocs moléculaires à sa surface et en appliquant le calcul des probabilités pour traiter le problème des chances de branchement d'une chaîne suivant le mécanisme chimique établi plus haut, on arrive à déduire une formule théorique pour le diamètre du filament d'une lampe en dessous duquel l'inflammation d'un mélange grisouteux, par suite du bris d'une ampoule de lampe de mine, serait impossible.

4. Une application pratique de la formule permet un calcul approché donnant un diamètre de 5.77×10^{-3} cm. pour un filament chauffé à 1.500° C et placé dans un mélange à 9.5 % de CH_4 dans l'air. Ce résultat est assez conforme à des valeurs expérimentales qui semblent montrer qu'en dessous de 0,01 cm., l'inflammation est impossible avec un filament de platine.

5. Il convient de garder toute réserve quant à la valeur des hypothèses de départ qui, en somme, ne se justifient que par la conformité du résultat des calculs avec les données expérimentales fournies par les recherches pratiques sur le danger d'inflammation par filament de lampe électrique et sur la valeur du retard à l'inflammation. Néanmoins, on peut trouver dans ces considérations un encouragement sur la possibilité d'avoir des filaments absolument incapables d'enflammer un mélange de méthane et d'air.

A la suite de cette note théorique, rédigée conformément aux vues modernes de la cinétique chimique, nous exposerons ensuite des expériences diverses et leur interprétation, sur les filaments métalliques, par M. J. Fripiat, Ingénieur principal des Mines, attaché à l'Institut.

Les conclusions acquises en avril 1943 sont données également par M. J. Fripiat.

Recherches sur l'inflammation du grisou par le filament des lampes électriques portatives

Note de M. Joseph FRIPIAT,
Ingénieur principal des Mines,
Attaché à l'Institut National des Mines à Pâturages.

Introduction.

Les lampes électriques portatives jouissent actuellement vis-à-vis des lampes à flamme d'une prédominance qui se justifie par de nombreux avantages : flux lumineux nettement supérieur, possibilité de concentration de ce flux dans un cône étroit par des réflecteurs appropriés, insensibilité complète dans les courants d'air grisouteux de grande vitesse, facilités d'entretien et de rallumage, même en milieu grisouteux.

Si maintenant on se place au point de vue de la vulnérabilité des organes, on constate que les deux systèmes d'éclairage sont équivalents. Ils présentent tous deux, en effet, l'inconvénient d'un organe fragile : le verre protégeant soit la flamme, soit l'ampoule lumineuse.

Dans une lampe à huile ou à benzine, le bris du verre permet l'accès direct de l'atmosphère ambiante sur la flamme, ce qui crée un danger immédiat si l'air renferme du grisou.

Pour une lampe électrique, le risque d'inflammation dépend de la réalisation simultanée de trois conditions, à savoir : bris du verre de protection, bris de l'ampoule, non destruction du filament.

Cette concomitance est possible, mais on conçoit aisément qu'elle doit être d'une réalisation hasardeuse dans la pratique, ce qui constitue certainement un appoint sérieux en faveur de la sécurité des lampes électriques.

Il reste alors à savoir si le contact du filament incandescent avec une atmosphère grisouteuse sera toujours suivi d'inflammation.

Cette question fut âprement controversée jadis et les recherches s'y rapportant conduisirent à des résultats qu'il nous paraît intéressant de rappeler.

Mais avant d'aborder les travaux relatifs à l'inflammation par les filaments des lampes électriques, parlons d'abord des essais effectués sur les fils incandescents.

Inflammation du grisou par les fils incandescents.

Les recherches sur l'inflammation du grisou par les fils incandescents sont intéressantes parce qu'elles permettent, comme nous le rappellerons plus tard, de départager l'influence des facteurs intervenant dans l'inflammation par le filament des lampes électriques.

En examinant les résultats déconcertants auxquels ces recherches ont conduit, on verra comment des constatations apparemment bien établies peuvent être mises en doute après modification du procédé expérimental.

Davy (1), l'inventeur de la première lampe de sûreté, avait déjà constaté qu'un fil de fer de 0,63 mm. de diamètre, porté au rouge cerise, enflammait un jet d'hydrogène, mais que sa température devait atteindre le rouge blanc pour qu'il y ait inflammation du grisou; qu'un fil de fer de 0,05 mm. devait être porté au rouge blanc pour enflammer l'hydrogène.

Les constatations de l'illustre physicien anglais montrent que l'inflammation d'un gaz exige une température d'autant plus élevée que le diamètre du fil incandescent est plus petit.

Ultérieurement, soit vers 1885, des recherches analogues furent entreprises par deux professeurs allemands, Wüllner et Lehmann (2).

Ces expérimentateurs faisaient circuler le mélange inflammable au contact du fil porté au préalable à une température déterminée et réglable à volonté. Leurs constatations peuvent se résumer comme suit :

- 1°) La température nécessaire pour l'inflammation est d'autant moins élevée que le diamètre du fil est plus grand;
- 2°) Les mélanges grisouteux ne sont pas enflammés par les fils d'argent même portés à leur point de fusion, mais bien par les fils de cuivre au moment de leur rupture par fusion;

(1) WURTZ. Dictionnaire de Chimie — combustion.

(2) Anlagen Zum Haupt-Berichte der Preussischen Schlagwetter-Commission. Volume III. Année 1886. Editeur Ernst et Korn, à Berlin.

3°) Les fils de platine de 0,15 mm. de diamètre peuvent fondre dans un mélange renfermant plus de 9 % de méthane sans qu'il y ait inflammation; celle-ci, au contraire, se produit dans les mélanges renfermant 8,5 % ou moins de méthane;

4°) Les fils de platine de 0,5 mm. de diamètre enflamment plus facilement le mélange à 7 % que celui à 10 % de méthane; en d'autres termes, la température du fil ne doit être que de 1.480° dans le premier cas et atteindre 1.700° dans le second;

5°) Les fils de platine de 0,95 mm. de diamètre enflamment le mélange à 7 % de méthane lorsque sa température est de 1.170°, c'est-à-dire légèrement supérieure à la température de fusion du cuivre;

6°) Les fils de fer de 0,75 mm. de diamètre enflamment les mélanges grisouteux plus difficilement que le platine, c'est-à-dire à des températures plus élevées.

Ces expériences font ressortir clairement l'influence de la nature du métal (le platine enflamme plus facilement que le fer), celle du diamètre du fil (le fil de platine de 0,95 mm. enflamme à une température plus basse que celui de 0,5 mm.) et celle de la teneur du mélange (inflammation plus aisée des mélanges renfermant moins de 8,5 % de méthane).

La possibilité d'inflammation des mélanges grisouteux par les fils incandescents était donc bien établie, quand deux expérimentateurs français, Couriot et Meunier, contestèrent le fait dans une communication présentée au Congrès des Mines tenu à Liège du 25 juin au 1^{er} juillet 1905.

Le procédé expérimental de Couriot et Meunier consistait à rendre incandescent, par le courant électrique, un fil métallique placé au sein d'un atmosphère grisouteuse à 9,5 % de méthane. Le mélange gazeux se trouvait dans une éprouvette renversée sur une cuve à eau.

Ultérieurement, Hauser (1), Professeur à l'École des Mines de Madrid, qui avait procédé à des expériences analogues, expliqua les constatations négatives de Couriot et Meunier par la teneur en méthane du mélange utilisé.

(1) HAUSER. Leçons sur le grisou, 1908. — M. Denoël, Professeur émérite du Cours d'exploitation des Mines à l'Université de Liège publia un compte rendu des expériences d'Hauser dans le tome XII (Année 1907), pages 1984 et suivantes des *Ann. des Mines de Belgique*.

Dans un mélange à 9,5 % de méthane, l'oxydation superficielle du métal fait baisser la teneur en oxygène et le mélange devient ainsi ininflammable au voisinage même du fil.

Les mélanges moins riches en méthane et par conséquent plus riches en oxygène, restent au contraire inflammables, malgré leur désoxygénation partielle.

Au cours de leur communication, Couriot et Meunier contestèrent même la possibilité de l'inflammation du grisou par les filaments des ampoules électriques.

Leur procédé expérimental était le suivant : le mélange à 9,5 % de méthane était amené au contact du filament par un tube de verre soudé à la pointe de l'ampoule.

Les expériences furent réalisées sur des ampoules de 10 bougies fonctionnant aux tensions de 15, 30, 60, 80 et 110 volts. Une fois seulement, il y eut inflammation du mélange, et encore, ce fut dans une lampe dont le filament était coupé et dans laquelle des étincelles jaillissaient au point de rupture.

Mais avant de continuer notre exposé, rappelons que parmi les facteurs intervenant dans l'inflammation du grisou par les fils incandescents figure la température du métal; celle-ci est conditionnée par trois phénomènes :

- a) L'effet Joule ou échauffement du conducteur dû au passage du courant;
- b) La combustion locale du mélange au contact du fil;
- c) L'oxydation du métal au dépens de l'oxygène présent dans le mélange.

Dans le but de départager les rôles des deux premiers phénomènes et du troisième, les expérimentateurs du Safety in Mines Research Board étudièrent successivement l'inflammation par les fils de platine, puis l'inflammation par les fils de tungstène.

Dans l'air chaud, le platine ne s'oxyde que très lentement, le tungstène beaucoup plus rapidement.

Les expériences anglaises sont relatées dans le Bulletin 36 (année 1927) du S. M. R. B. : « The ignition of gases by hot wires ».

Le procédé expérimental adopté était le suivant :

Le fil était tendu suivant l'axe d'un cylindre de verre d'une capacité de 1.100 cm³, dont les extrémités étaient fermées par des bouchons de caoutchouc livrant passage aux connexions et aux tubulures d'amenée et d'évacuation du mélange.

Après introduction du mélange, on lançait brusquement dans le fil le courant d'une batterie d'accumulateurs, dont le débit avait été réglé au préalable par une résistance non inductive.

On observait s'il y avait ou non inflammation.

Par tâtonnements, on déterminait le courant minimum (igniting current) donnant l'inflammation.

Dans ce qui suit, nous résumons les résultats obtenus ainsi que les déductions que les expérimentateurs en ont tirées.

A. — Fils de platine.

a) Fil de 0,1 mm. de diamètre (ce fil fond dans l'air sous un courant de 1,95 ampère).

Tous les mélanges renfermant de 4,55 à 7,5 % de méthane s'enflamment pour un courant de 1,65 ampère.

L'inflammation du mélange à 8,1 % nécessite un courant de 1,7 ampère. Les mélanges renfermant 8,25 % et plus de méthane ne sont pas enflammés.

Dans ces mélanges, il y a fusion du fil pour un courant de 1,65 ampère;

b) Fil de 0,2 mm. (fond dans l'air sous un courant de 5 ampères).

Tous les mélanges renfermant de 4,55 à 14,40 % de méthane s'enflamment pour un courant de 4,2 ampères sans qu'il y ait fusion du fil.

Le mélange à 14,65 % de méthane ne s'enflamme pas;

c) Fil de 0,3 mm. (fond dans l'air sous un courant de 8,1 ampères).

Les mélanges renfermant de 4,5 à 15,20 % de méthane s'enflamment pour un courant de 6,6 ampères.

On remarque que le fil de 0,1 mm. de diamètre enflamme une gamme de mélanges moins étendue que celles correspondant aux fils de 0,2 et 0,3 mm. On voit aussi que l'écart entre le courant amenant la fusion dans l'air et celui donnant l'inflammation des mélanges est moindre pour le fil de 0,1 que pour les deux autres (1,95-1,65 pour le fil de 0,1 mm., 5-4,2 pour le fil de 0,2 mm.).

Les expérimentateurs en ont conclu qu'un fil d'un diamètre légèrement inférieur à 0,1 mm. pourrait ne pas enflammer le grisou.

Mais si la température régnant au voisinage du fil est un facteur positif, il y a aussi des facteurs négatifs à envisager : ce sont la convection et le retard à l'inflammation.

Si les mouvements de convection se produisant au sein de la masse gazeuse sont tels que la durée de contact du gaz avec le métal incandescent est inférieure au retard à l'inflammation, le fil n'allumera pas le mélange et pourra même se rompre par fusion sans qu'il y ait inflammation.

C'est pour contrecarrer l'effet de la convection que les expérimentateurs ont adopté ce procédé expérimental consistant à lancer le courant brusquement sur le fil placé au sein même du mélange.

L'influence de la convection et par conséquent celle de la durée de contact ressortent des expériences comparatives effectuées avec un fil incandescent disposé tantôt horizontalement, tantôt verticalement. Pour un fil de 0,2 mm., l'intensité du courant donnant l'inflammation est 4,2 ampères pour la position horizontale, 3,9 ampères pour la position verticale.

La durée du contact des molécules gazeuses avec le fil est évidemment plus grande lorsque celui-ci est placé verticalement.

Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, le fil de 0,1 mm. n'a pas enflammé les mélanges renfermant plus de 8,25 % de méthane.

Les expérimentateurs anglais expliquent cette singularité par les considérations suivantes :

La chaleur dégagée par la combustion initiale du mélange au contact du fil incandescent est maximum pour la teneur de 9,45 % de méthane (cette teneur répond en effet aux proportions relatives d'air et de méthane de la combustion théorique).

A cette teneur correspond également le maximum de température au voisinage du fil incandescent. Donc, pour les mélanges de teneur inférieure ou supérieure à 9,45 %, la température du fil est moins élevée et les mouvements de convection sont moins prononcés.

Par contre, le retard à l'inflammation et la température de réaction (température à partir de laquelle le mélange entre en combustion) sont sans cesse croissants avec la teneur.

Les mélanges à faible teneur, c'est-à-dire ceux renfermant moins de 8,25 %, s'enflamment donc au contact du fil de 0,1 mm. parce que le retard à l'inflammation et la température de réaction sont relativement réduits et par conséquent favorables à l'inflammation malgré la déficience de température du fil. Les mélanges riches en méthane, au contraire, ne s'enflamment pas parce que le retard à l'inflammation et la température de réaction sont plus élevés qu'aux

faibles teneurs; l'influence de ces deux facteurs défavorable à l'inflammation est déjà prépondérante dès la teneur de 9,45 %, à laquelle correspond cependant le maximum de température du fil.

Quoi qu'il en soit, le fait le plus saillant mis en lumière par les expériences anglaises est que les fils de platine incandescents enflamment une gamme de mélanges grisouteux d'autant plus réduite que leur diamètre est plus faible; un fil ayant moins de 0,1 mm de diamètre pourrait donc ne plus enflammer le grisou.

B. — Fils de tungstène.

Par le fait de l'oxydation, un fil incandescent de tungstène dégage plus de chaleur qu'un fil de platine.

Les courants minima donnant l'inflammation par les fils de tungstène sont indiqués dans le tableau I.

TABLEAU I.

Fils de 0,1 mm.		Fils de 0,065 mm.	
Teneur en méthane en %	Intensité du courant en amp.	Teneur en méthane en %	Intensité du courant en amp.
6,00	1,68	6,25	1,07
7,05	1,60	6,95	1,05
8,40	1,56	7,90	1,04
9,45	1,58	9,70	1,06
10,65	1,64	11,05	1,11
11,35	1,80	12,30	1,18
13,50	> 2,00	13,60	1,28

On voit que les fils de tungstène enflamment toute la gamme des mélanges renfermant de 6 à 13,5 % de méthane et que le courant donnant l'inflammation passe par un minimum lorsque la teneur est voisine de 8 %.

Lorsqu'on fait circuler un courant de 1,85 ampère dans un fil de tungstène de 0,1 mm. de diamètre, placé dans l'air pur, la surface du métal s'oxyde et sa section diminue progressivement; de ce fait, la résistance au passage du courant augmente et la température du fil s'élève jusqu'à ce que finalement le métal brûle avec flamme.

Cette flamme, quoique étant de courte durée (1 milliseconde environ), peut enflammer les mélanges grisouteux à cause de sa température élevée.

L'oxydation du tungstène incandescent consomme une partie de l'oxygène de l'atmosphère ambiante. C'est pourquoi les mélanges renfermant 8 % environ de méthane, c'est-à-dire plus riches en oxygène que ne l'exige la combustion théorique (celle-ci correspond à 9,45 % de méthane), sont ceux dont l'inflammation exige le courant minimum.

Les expérimentateurs anglais estiment que la cause véritable d'inflammation par les filaments de tungstène n'est pas l'incandescence du fil, mais la flamme du métal en combustion.

En modifiant leur procédé expérimental, c'est-à-dire en lançant dans le fil un courant relativement élevé et non plus, comme nous l'avons indiqué précédemment, le courant strictement nécessaire pour l'inflammation, ils ont obtenu l'inflammation du grisou avant que n'apparaisse la flamme de tungstène.

A la suite de leurs recherches, les expérimentateurs anglais conclurent en ces termes :

Si, comme il a été constaté pour les fils de platine, l'inflammation se produisait pour une gamme de teneurs en méthane relativement limitée, il serait possible de calibrer les filaments des ampoules électriques de telle façon qu'ils soient coupés par fusion avant d'enflammer le grisou.

Mais l'utilisation du tungstène s'oppose à la réalisation de cette condition, car la flamme du métal est suffisamment chaude pour produire l'inflammation.

Recherches de l'Institut National des Mines sur l'inflammation du grisou par les filaments incandescents.

Nous avons procédé à une vérification expérimentale de la conclusion des expérimentateurs anglais relative à l'action sur les mélanges grisouteux des fils de platine ayant un diamètre inférieur à 0,1 mm., mais vu les difficultés actuelles d'approvisionnement, nous avons été forcés de limiter nos recherches aux fils de 0,035 et 0,040 mm. utilisés pour la fabrication des détonateurs électriques.

Ces fils présentaient les caractéristiques suivantes :

a) Fil de platine iridié à 20 % d'iridium, diamètre 0,035 mm.;

b) Fil de platine-tungstène (15 à 20 % de tungstène), diamètre 0,040 mm.

Ils nous ont été offerts gracieusement par la Société Anonyme des Explosifs d'Havré et soudés par les soins de cette firme en longueur de 4 à 6 mm. sur conducteurs en cuivre.

Le procédé expérimental était le suivant :

Le courant fourni par une batterie d'accumulateurs était lancé brusquement dans le fil placé au sein d'une atmosphère grisouteuse inflammable. L'intensité et la durée du courant étaient enregistrées à l'oscillographe.

Tous les enregistrements présentent la même allure : le courant, après avoir atteint sa valeur maximum, diminue lentement jusqu'au moment de la fusion du fil.

Dans le tableau II, nous avons indiqué, pour chaque essai, les valeurs maximum et minimum du courant, sa durée ainsi que le résultat de l'essai.

TABLEAU II.

N° de l'essai	Intensité du courant en ampère		Durée du courant en millisecondes	Résultats : + inflamm. O non infl.
	maximum	minimum		
<i>(Fils de platine iridié.)</i>				
1	0,90	0,56	50	O
2	0,68	0,48	84	O
3	0,76	0,52	67	O
4	0,60	0,48	96	O
5	0,60	0,44	142	O
<i>(Fils de platine-tungstène.)</i>				
6	0,88	0,52	61	+
7	0,76	0,56	59	O
8	0,96	0,64	40	O
9	0,70	0,48	129	O
10	0,68	0,58	340	O

Sur dix essais, il n'y a donc eu qu'une seule inflammation du grisou et elle a été produite par un fil de platine-tungstène, ce qui fait bien ressortir l'influence de la présence du tungstène, favorable à l'inflammation.

Recherches sur l'inflammation du grisou par le filament incandescent des lampes électriques.

Les premiers essais systématiques d'inflammation du grisou par les filaments des lampes électriques ont été effectués en 1910 par MM. Bolle et Lemaire, Ingénieurs du Corps des Mines, tous deux attachés au Siège d'expériences de l'Etat à Frameries.

On en trouvera le compte-rendu détaillé dans le tome XVI, année 1911, pages 321 et suivantes, des « Annales des Mines de Belgique ».

Ces essais ont porté sur 15 types d'ampoules pour lampes électriques portatives; cinq types étaient à filament de charbon, les dix autres à filament métallique.

La tension d'alimentation de ces ampoules était soit de 2, soit de 4 volts et la gamme des intensités allait de 0,4 à 1,5 ampère.

Les essais furent réalisés dans des mélanges d'air et de grisou renfermant de 8 à 10 % de méthane et animés d'une vitesse variant au cours des essais de 1 à 10 m. par seconde.

La plupart des ampoules furent brisées au sein même de l'atmosphère inflammable alors que le filament avait atteint sa température de régime.

D'autres furent brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai. On lançait alors le courant dans le filament après réglage de la teneur et de la vitesse du mélange.

Les essais de Frameries peuvent se classer comme suit (voir tableau III).

TABLEAU III

	Ampoules à filament de charbon	Ampoules à filament métallique
Essais aux tensions et intensités normales, suivis d'inflammation	46	68
Essais aux tensions et intensités normales, non suivis d'inflammation	25	22
Essais non suivis d'inflammation parce que bris simultané du verre et du filament.	22	31
Essais n'ayant donné l'inflammation qu'après survoltage de la lampe	24	13
Totaux	117	134

Si on néglige les essais anormaux, c'est-à-dire ceux pour lesquels le bris du verre a provoqué la rupture du filament et ceux qui n'ont donné inflammation qu'après survoltage de la lampe, on voit qu'un nombre relativement élevé d'ampoules (25 sur 71 ampoules à filament de charbon, 22 sur 90 ampoules à filament métallique) n'ont pas enflammé le grisou.

Des recherches analogues à celles exécutées à Frameries furent entreprises dans la suite par différentes stations étrangères.

En Angleterre, le Home Office expérimenta en 1912 des ampoules 2 volts sans obtenir de résultats probants.

Par contre, les expériences effectuées en 1916 par le Bureau of Mines des Etats-Unis d'Amérique sur des lampes électriques fonctionnant sous la tension de 2 volts confirmèrent ce qui avait été constaté à Frameries. On objecta cependant le haut degré d'inflammabilité du gaz employé. Celui-ci était composé en effet de 85 % de méthane et 15 % d'hydrocarbures supérieurs (éthane, propane, butane) et l'on sait que ces derniers ont un retard à l'inflammation et une température d'inflammation inférieurs à ceux du méthane.

La question fut alors reprise en 1926 par le S. M. R. B. (Angleterre). Les expériences auxquelles ont procédé MM. Wheeler et Shepherd font l'objet du Paper 36 du S. M. R. B. dont nous avons extrait les résultats essentiels.

Les ampoules étudiées par le Safety in Mines Research Board provenaient de quatre fabrications différentes, dont chacune était représentée par quatre types consommant respectivement, sous la tension de 2 volts, 0,65, 0,85, 0,95 et 1 ampère. Dans toutes ces ampoules, le filament était constitué par un fil de tungstène courbé en forme d'un demi-cercle.

L'appareil d'essai était un cylindre en laiton (diamètre 8 cm., hauteur 20 cm.) pourvu d'un regard avec glace et de deux tubulures pour la circulation du mélange grisouteux.

L'ampoule était placée dans le haut du cylindre entre deux vis diamétralement opposées et commandées extérieurement par deux boutons molletés. A l'aide de ces deux vis, on exerçait une pression sur le verre de l'ampoule jusqu'à provoquer sa rupture.

La quasi totalité des ampoules brisées en atmosphère grisouteuse enflammèrent le mélange. Les seuls cas de non inflammation furent ceux pour lesquels il y avait eu simultanément bris de l'ampoule et rupture du filament. Des mélanges grisouteux de diverses teneurs furent utilisées pour ces essais, mais ne purent être enflammés que ceux dont la teneur en méthane était inférieure à 12 %.

Les expérimentateurs anglais décrivent comme suit les phénomènes observés après la rupture de l'ampoule :

Dès que le verre est brisé, l'irruption soudaine du mélange ambiant dans l'ampoule primitivement vidé d'air, refroidit le filament et diminue momentanément sa brillance.

Puis celle-ci se rétablit rapidement grâce à la chaleur dégagée par l'oxydation du filament.

Ce phénomène d'oxydation entraîne en outre une réduction progressive de la section du filament, un accroissement de sa résistance ohmique et de nouveau une élévation de la température du métal.

Finalement, le filament se rompt avec production de flamme.

Trois secondes environ s'écoulent entre le bris du verre et la rupture du filament.

L'inflammation du mélange ne se produit que lorsque le filament a repris sa brillance normale.

Dans certaines expériences, le mélange fut allumé par la flamme de tungstène accompagnant la rupture du filament; dans d'autres, l'inflammation se produisit alors que le filament était encore intact.

Dispositif de sûreté des lampes électriques portatives.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer dans l'introduction, le risque d'inflammation par la lampe électrique serait supprimé si on pouvait réaliser un dispositif capable d'interrompre l'alimentation de l'ampoule lumineuse dès que le verre de protection présente un défaut d'étanchéité.

En France, un dispositif de l'espèce est obligatoire; en Belgique, notre règlement sur l'éclairage des mines ne l'impose pas.

L'Institut National des Mines a cependant proposé à l'agrément de la Direction Générale des Mines trois lampes électriques pourvues d'un dispositif de sécurité. Ce sont la lampe type A 2,6 volts des Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes (décision 15C/5152 du 10-1-1931), la lampe 2,6 volts 0,6 ampère de la S. A. d'Éclairage des Mines et d'Outillage Industriel à Loncin (décision 15C/5172 du 6-9-1932), la lampe grisométrique Léon-Montluçon agréée au nom du Comité des Houillères de France (décision 15C/6150 du 29-1-1934).

En principe, ce dispositif est le même dans les trois lampes agréées: l'ampoule est serrée entre deux ressorts, l'un prend appui sur le fond du globe de protection, l'autre est constitué par le pôle central élastique amenant le courant à la pièce polaire centrale de l'ampoule.

En cas de choc brisant le globe, le pôle central élastique pousse l'ampoule vers le haut et la fait sortir de la douille du socket, d'où interruption de l'alimentation du filament.

Les figures 12 et 13 représentent le dispositif de sûreté des Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes.

Lorsque le globe est intact (fig. 12), l'ampoule A est serrée entre les ressorts R_1 et R_2 , la pression du premier étant suffisante pour maintenir l'ampoule dans la douille D.

Le courant est amené à l'ampoule par la douille D et par le pôle central élastique comportant le ressort R_2 et trois disques superposés: les disques d_1 et d_3 en bronze, le disque d_2 en ébonite.

La liaison entre les deux disques d_1 et d_2 est réalisée par un fil fusible F traversant le disque d_2 .

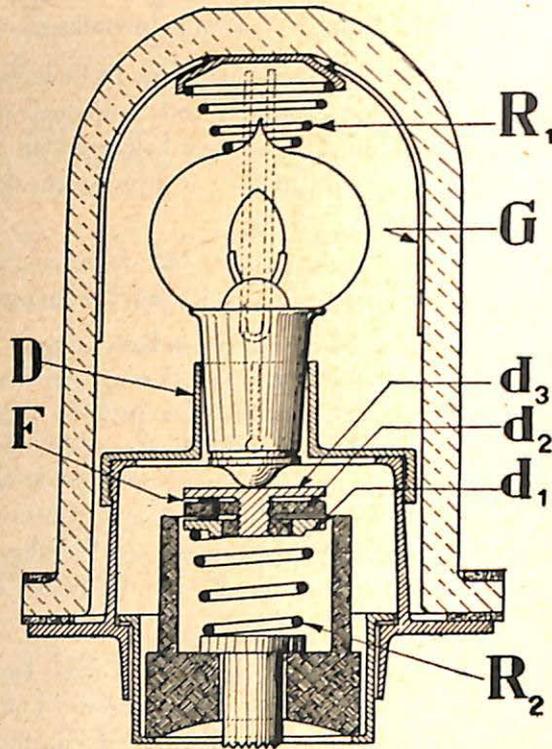


Figure 12.

Dispositif de sûreté d'une lampe électrique portable (globe intact).

Lorsque le globe est brisé (fig. 13), les griffes G en écartent les morceaux, le ressort R_1 cesse d'exercer sa pression sur l'ampoule, qui est poussée vers le haut par le ressort R_2 du pôle central.

L'alimentation du filament est ainsi supprimée.

Simultanément, le pôle central vient s'appuyer contre la douille D par l'intermédiaire des trois disques d_1 , d_2 , d_3 . L'accumulateur se trouve ainsi mis en court-circuit par le fil F qui fond immédiatement.

Le circuit d'alimentation de la lampe étant interrompu, il est impossible alors de remettre la lampe en service quand bien même on serait parvenu à replacer l'ampoule dans sa douille et à l'y maintenir.

Le fil fusible, d'un diamètre de 0,3 mm., est fait d'un alliage de plomb et d'étain fondant entre 120 et 150°.

Lors des essais d'agrégation de la lampe de Mariemont-Hayettes, nous avons constaté que ce fil, placé au sein même d'une atmosphère grisouteuse, pouvait être fondu par le courant de court-circuit de l'accumulateur (deux éléments alcalins, tension 2,6 volts) sans qu'il y ait inflammation du mélange.

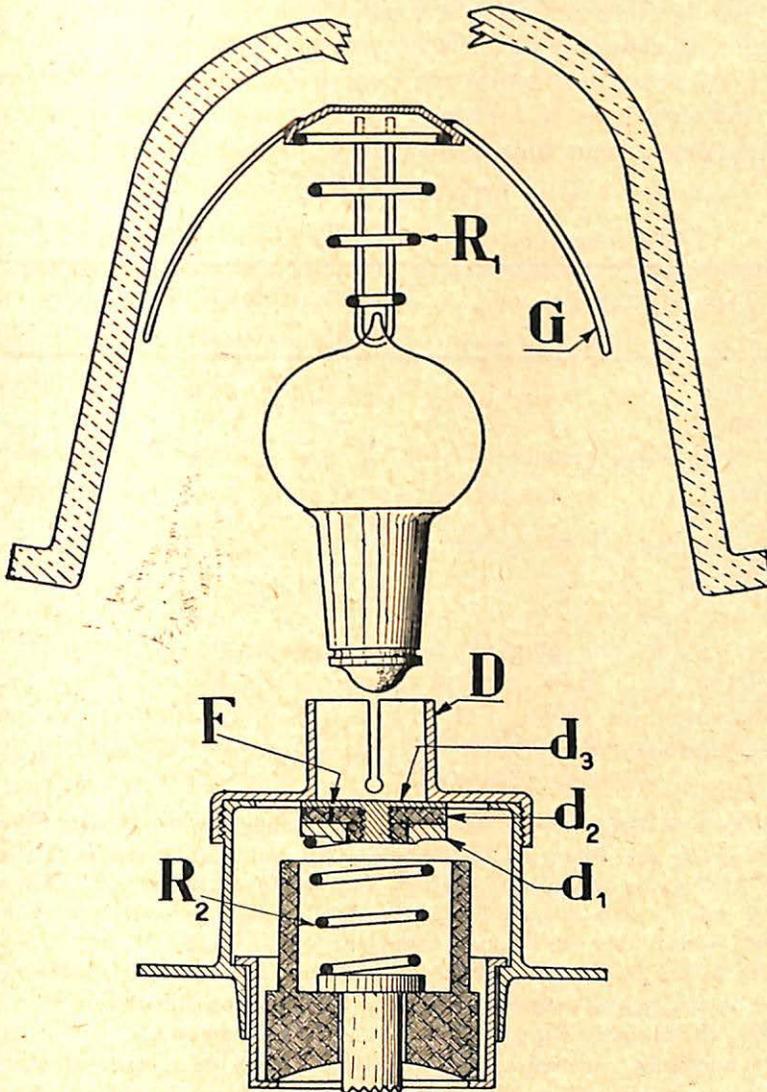


Figure 13.

Dispositif de sûreté d'une lampe électrique portative (globe brisé).

La question de savoir s'il était opportun ou non de prévoir un dispositif de sûreté dans les lampes électriques portatives fut étudiée jadis par le S. M. R. B. (1).

Les expérimentateurs anglais mesurèrent le temps s'écoulant entre la rupture d'une ampoule allumée et l'interruption du courant passant par le filament. Suivant l'importance de ce retard, il y avait ou non inflammation du mélange grisouteux ambiant.

Les temps minima enregistrés pour lesquels il y eu inflammation sont indiqués dans le tableau IV. (Ces minima sont désignés par les expérimentateurs sous le nom de « Minimum delay ».)

TABLEAU IV.

Délai minimum donnant l'inflammation du grisou.

Type d'ampoule	Tension en volts	Intensité en amp.	Délai min. en sec.
A vide	2	1,00	0,05
Idem	4	0,75	0,02
A remplissage gazeux . .	4	0,75	0,07
Idem	4	1,00	0,09
Idem	6	0,75	0,12
Idem	6	1,00	0,08
Idem	12	3,00	0,12

Donc, pour une ampoule à vide consommant 0,75 ampère sous la tension de 4 volts (second exemple du tableau), il y a encore inflammation du grisou, alors même que le courant n'a été coupé que 2 centièmes de seconde après la rupture de l'ampoule.

(1) Voir Bulletin n° 80 du S.M.R.B. (Année 1933). The ignition of firedamp by the filaments of electric lamp bulbs (Allsopp et Thomas).

En 1937 (voir *Annales des Mines de Belgique*, tome XXXIX, pages 161 et suiv.), nous avons procédé sur des lampes à incandescence à 110 et 130 volts à des expériences rappelant celles du S. M. R. B.

Dans le cas le plus défavorable, nous avons constaté que l'alimentation de la lampe pouvait, sans qu'il y ait inflammation du grisou, être supprimée 58 millisecondes après la rupture de l'ampoule.

Les ampoules examinées devaient être utilisées dans une armature de protection pourvue d'un dispositif de sûreté coupant le courant 8 millisecondes au maximum après la rupture du globe de protection. La marge de sécurité étant donc de 30 millisecondes au moins.

Ce temps est très court et on est en droit de se demander si un dispositif mécanique aussi sommaire que celui pouvant être logé dans une lampe portative serait capable de couper le courant en un temps aussi court.

Mais si un tel dispositif ne possède qu'une efficacité aléatoire, il présente en outre l'inconvénient d'augmenter le nombre de contacts dans le circuit d'alimentation de l'ampoule dont il réduit la puissance lumineuse.

Ces considérations ont amené les Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes à envisager la suppression du dispositif de sûreté dont l'opportunité paraissait douteuse.

Cependant, avant d'adopter le point de vue du constructeur, l'Institut National des Mines jugea nécessaire d'examiner à nouveau la question de l'inflammation du grisou par les filaments des lampes à incandescence.

Recherches de l'Institut National des Mines sur l'inflammation du grisou par les filaments de lampes électriques.

Nos essais ont consisté à briser en atmosphère grisouteuse inflammable des ampoules dont le filament était rendu incandescent par le passage d'un courant fourni par une batterie d'accumulateurs.

L'ampoule était brisée lorsque le filament avait atteint la température de régime correspondant à une intensité déterminée et réglable.

Après la rupture de l'ampoule, la batterie continuait à alimenter le filament jusqu'au moment où se produisait sa fusion.

On lisait à l'ampèremètre le courant passant par le filament avant et après rupture du verre, on observait s'il y avait inflammation ou non du mélange et on notait au chronomètre le moment de la fusion du filament.

Certaines de nos expériences (67 sur 147) ont fait l'objet d'un contrôle à l'oscillographe. Nous avons utilisé à cette fin un oscillographe à trois boucles Siemens qui enregistrait à la fois le courant passant par l'ampoule et la tension qui lui était appliquée, le bris de l'ampoule, l'inflammation du grisou et la fusion du filament.

Les appareils étaient installés comme l'indique le schéma figure 14.

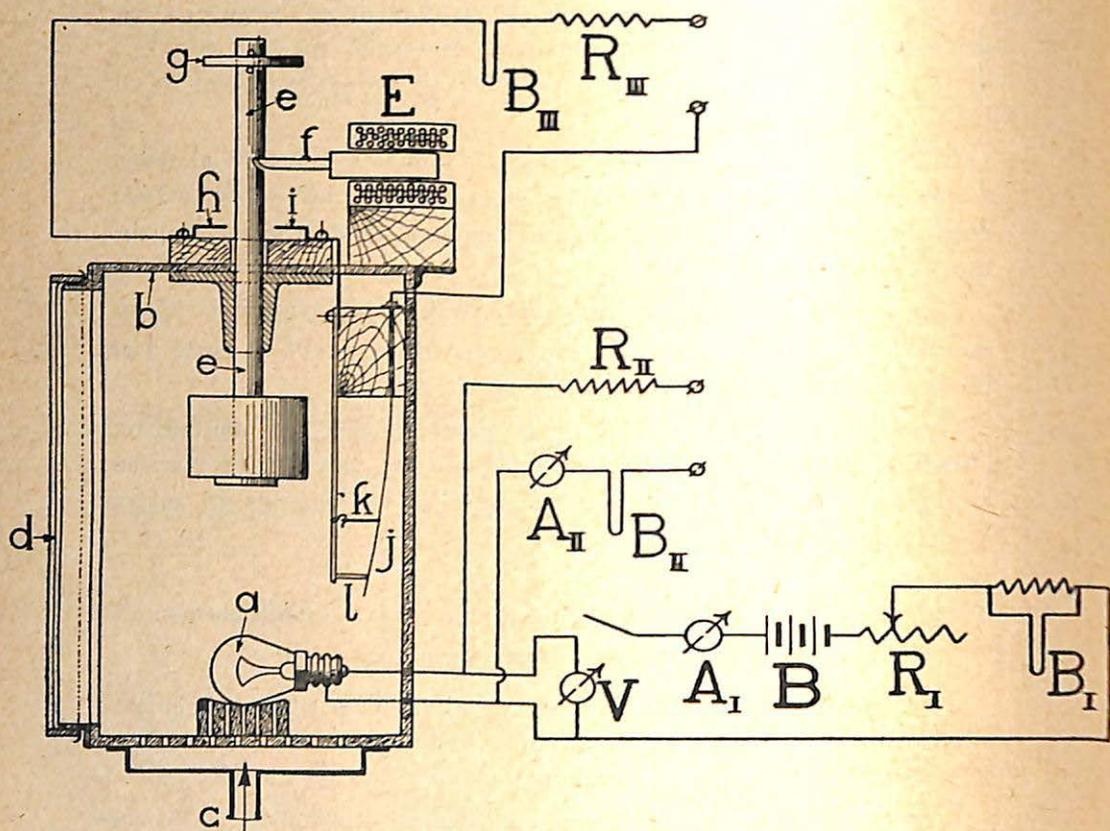


Figure 14. Dispositif d'essai des ampoules et circuits d'enregistrement.

L'ampoule *a* est placée dans une caisse métallique *b* mesurant $190 \times 190 \times 290$ mm. et recevant le mélange grisouteux par la tubulure *c*.

La caisse est fermée suivant sa paroi verticale antérieure (plan de la figure) par un châssis vitré et suivant sa paroi verticale gauche par une feuille de papier *d*.

L'organe provoquant la rupture de l'ampoule est une tige *e* alourdie par un disque (poids total 2.200 grs) tombant de 80 mm.

L'alimentation de l'ampoule est assurée par une batterie *B* dont le débit est réglé par la résistance R_I et mesuré par un ampèremètre A_I et par une boucle shuntée B_I de l'oscillographe.

La tension appliquée à l'ampoule est mesurée à la fois par le

voltmètre V et par une seconde boucle BII de l'oscillographe, celle-ci consommant un courant réglé par la résistance RII et indiqué par l'ampèremètre AII.

(Le courant réellement absorbé par l'ampoule est égal à la différence des lectures faites aux ampèremètres AI et AII.)

Au début de l'essai, l'organe de rupture *e* est maintenu au point supérieur de sa course par une lame métallique *f*, solidaire du noyau mobile d'un électro-aimant E.

L'excitation de cet électro-aimant déclenche au moment opportun la chute de la tige.

Lorsque la tige a atteint le point inférieur de sa chute et que l'ampoule est brisée, la broche *g*, en s'appuyant sur deux lames élastiques *h* et *i*, ferme un circuit auxiliaire, s'alimentant au réseau à courant alternatif (50 périodes/sec.) et comportant la troisième boucle BIII de l'oscillographe, une résistance de réglage RIII et un interrupteur placé à l'intérieur de la caisse renfermant le mélange grisouteux.

Cet interrupteur est constitué par une lame élastique *j* amenée par une boucle de coton nitré *k* contre une tige métallique *l*.

Dans le cas d'inflammation du mélange grisouteux, le coton nitré brûle avec vivacité, libère la lame élastique *j* qui s'écarte de la tige de contact *l*.

L'enregistrement de la sinusoïde du réseau, sinusoïde servant d'échelle du temps, commence donc dès la rupture de l'ampoule, mais cet enregistrement est interrompu par l'ouverture du circuit auxiliaire lorsqu'il y a inflammation du mélange.

En réalité, l'ouverture du circuit auxiliaire est postérieure à l'inflammation du grisou par le filament de la lampe, car la propagation de la flamme de grisou jusqu'au coton nitré, la combustion de ce coton et la mise en marche de la lame élastique *j* nécessitent un certain temps.

Un étalonnage préalable s'imposait donc; il a été effectué comme suit :

A l'endroit même occupé par l'ampoule était placé un interrupteur dont la manœuvre entraînait l'ouverture d'un circuit inductif (électro-aimant excité par courant continu).

L'étincelle de rupture donnait l'inflammation du mélange et celle-ci provoquait l'ouverture du circuit auxiliaire.

A l'aide de l'oscillographe, on enregistrait à la fois l'interruption du circuit inductif et celle du circuit auxiliaire; l'écart entre les deux représentait le retard à l'enregistrement de l'inflammation du mélange.

Ce retard étant fonction de la teneur du mélange, nous avons pris soin de faire varier cette teneur au cours des essais d'étalonnage. Nous avons obtenu ainsi les moyennes indiquées au tableau V.

TABLEAU V.

Teneur en méthane du mélange	Retard à l'enregistrement de l'inflammation
en %	en millisecondes
7,00	250
7,50	235
8,00	215
8,50	190
9,00	170
9,50	150
10,00	145

Sur l'oscillogramme, l'instant de l'inflammation du grisou est donc antérieur à l'interruption de l'enregistrement de la sinusoïde et cela d'un intervalle de temps variable avec la teneur, suivant les indications du tableau.

Le schéma de montage décrit ci-avant et représenté à la figure 14 n'a été utilisé sous cette forme que pour les premiers essais seulement.

Dans la suite, nous n'avons plus utilisé de l'oscillographe que les boucles BI et BIII enregistrant l'intensité du courant, la rupture de l'ampoule et éventuellement l'inflammation du grisou.

C'est le cas des deux oscillogrammes représentés aux figures 15 et 16.

L'oscillogramme 81 (fig. 15) se rapporte à un essai qui n'a pas donné l'inflammation.

Le courant passant par le filament est de 0,86 ampère avant rupture de l'ampoule, 1,22 ampère après rupture. La fusion du filament se produit 1,86 seconde après la rupture de l'ampoule.

L'enregistrement de la sinusoïde se poursuit jusqu'après fusion du filament, ce qui indique qu'il n'y a pas eu inflammation.

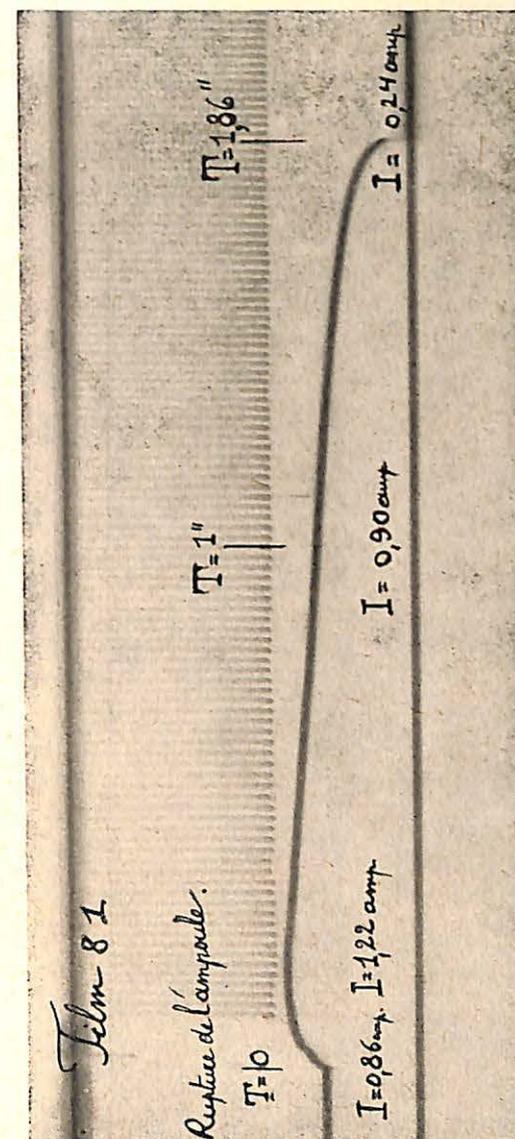


Figure 15.
Oscillogramme 81.

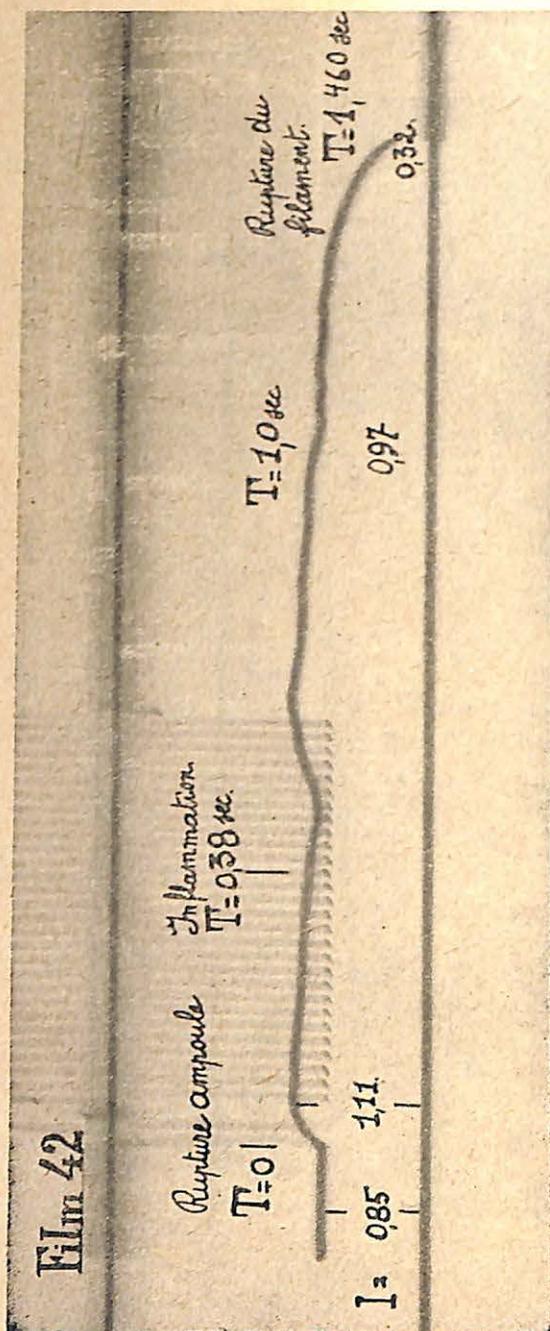


Figure 16.
Oscillogramme 42.

L'oscillogramme 42 (fig. 16) se rapporte au contraire à un essai suivi d'inflammation. Celle-ci se produit 0,58 seconde après la rupture de l'ampoule. L'accroissement momentané de la résistance du filament dû à l'échauffement par la flamme de grisou a pour effet de réduire passagèrement le débit du courant. La fusion du filament se produit 1,46 seconde après la rupture de l'ampoule.

On constate par là l'utilité de l'oscillographe pour saisir les différentes phases de l'expérience, surtout lorsque l'inflammation du grisou et la fusion du filament suivent de près la rupture de l'ampoule, l'inertie de l'ampèremètre empêchant alors la lecture exacte du courant.

L'emploi de l'oscillographe pour l'enregistrement du courant entraîne cependant, par suite de la présence du shunt placé en dérivation sur la bouche BI, une chute de tension qui modifie légèrement les conditions d'alimentation du filament après la rupture de l'ampoule.

On aura remarqué, en effet, par l'examen des oscillogrammes, que le courant augmente dès après la rupture de l'ampoule.

Le refroidissement dû à la brusque irruption de l'atmosphère ambiante réduit, en effet, la résistance ohmique du filament, qui reçoit dès lors un courant supérieur à celui réglé avant rupture de l'ampoule.

Mais l'effet de cette augmentation de débit est atténué par le shunt, qui crée une chute ohmique venant en défalcation de la tension fournie par l'accumulateur.

Le filament reçoit donc après rupture de l'ampoule un courant inférieur à celui qui le traverserait s'il n'y avait pas de shunt.

La présence de la résistance de réglage entraîne évidemment une modification plus importante encore que celle occasionnée par le shunt.

Cette modification ressort clairement de l'examen des courbes de courant pour l'ampoule intacte et pour l'ampoule brisée (voir fig. 17).

Les courbes OA et OB représentent, en fonction de la tension, le courant absorbé par l'ampoule normale et par l'ampoule brisée.

Supposons que la tension de fonctionnement normal de l'ampoule soit 2 volts (représentés par l'abscisse OC). Lorsque l'ampoule est alimentée directement par l'accumulateur (c'est-à-dire sans interpo-

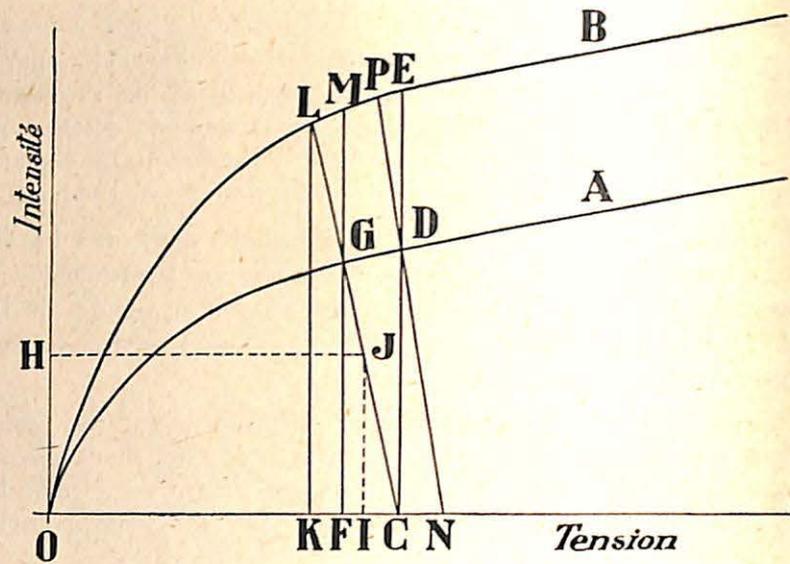


Figure 17.

Courbes d'alimentation d'une ampoule avant et après rupture du verre.

sition de shunt), les courants avant et après rupture de l'ampoule sont représentés respectivement par les ordonnées CD et CE.

Lorsque le shunt de l'oscillographe est introduit dans le circuit d'alimentation, la tension appliquée à l'ampoule est réduite d'une valeur égale à $R \times I$ (R : résistance du shunt; I : intensité du courant).

Supposons que la tension appliquée ne soit plus alors que de 1,7 volt, soit OF l'abscisse correspondante, CF étant égal à $R \times I$.

Le courant passant par le filament avant rupture de l'ampoule est alors FG. Traçons la ligne CG.

Remarquons que la chute de tension dans le shunt pour un courant $I' = OH$ est donnée par la distance CI, projection du segment CJ sur l'axe des abscisses.

Par conséquent, dans le cas de la présence du shunt dans le circuit d'alimentation, le courant passant dans le filament après rupture sera KL, L étant le point d'intersection de la droite CG avec la courbe de débit OB, et la chute de tension dans le shunt sera CK.

La différence entre les ordonnées KL et FM (ces ordonnées représentant le courant passant dans le filament après rupture de l'ampoule, la première dans le cas où il y a un shunt et un accu de 2 volts dans le circuit, la seconde dans le cas où l'ampoule est alimentée sans shunt par un accu de 1,7 volt) est très faible et c'est par souci d'exactitude que nous avons attiré l'attention du lecteur sur ce détail.

Si maintenant on alimente le filament par un accumulateur de tension ON, supérieure à la valeur normale OC, on est obligé d'introduire, outre le shunt, une résistance dans le circuit, ces deux appareils provoquant une chute de tension NC.

Dans ce cas, le courant passant dans le filament après rupture de l'ampoule sera représenté par l'ordonnée du point P et non par CE.

Ces considérations montrent que la comparaison des essais réalisés sans oscillographe ni résistance avec ceux pour lesquels on a utilisé l'oscillographe avec ou sans résistance supplémentaire, n'est pertinente que si on confronte des essais ayant donné lieu au même courant après rupture de l'ampoule.

Examen des résultats d'essais.

Nous avons expérimenté tout spécialement des ampoules de fabrication belge, c'est-à-dire celles provenant de la Société « Luxor », dont le Directeur, M. Dumont, Ingénieur civil des Mines A.I.Lg., s'était offert à nous fournir les ampoules nécessaires à la réussite de nos expériences.

Nous avons pu disposer également de la collaboration de M. J. Vorobeitchick, Ingénieur électro-mécanicien et Docteur en sciences physiques, chef de fabrication à la même Société.

Cinq types d'ampoules Luxor ont été étudiés. Nous indiquons dans le tableau VI leurs caractéristiques de tension et d'intensité ainsi que le diamètre des filaments.

TABLEAU VI.

Volts	Type	Ampère	Diamètre du filament en mm.
2,0		0,85	0,065
2,6		0,50	0,049
2,6		1,00	0,073
2,6		1,20	0,081
2,6		1,50	0,093

Dans tous ces types, le filament de tungstène est rectiligne (c'est-à-dire non spiralé) et présente la forme schématisée à la figure 18.

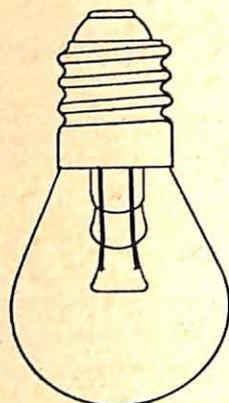


Figure 18. Dessin schématique des ampoules étudiées.

Mais avant de les expérimenter, nous avons procédé à des essais préliminaires (32 essais) sur des ampoules de provenances diverses dans le but de mettre au point notre dispositif expérimental.

Ces essais nous ont montré que les mélanges grisouteux renfermant 8 % et moins de méthane sont les plus faciles à s'enflammer, c'est-à-dire que leur inflammation exige les intensités de courant les plus basses.

Cette constatation nous a amenés dès après l'essai 50 (numéro d'ordre général) à régler en dessous de 8 % la teneur en méthane des mélanges grisouteux.

Mais avant de donner d'une façon détaillée les résultats de nos essais, indiquons d'abord les constatations qui se sont répétées d'une façon constante au cours de notre étude.

L'observation de l'ampoule montre que, immédiatement après la rupture du verre, le filament devient d'abord moins incandescent; il prend alors un régime de température ou plus exactement de brillance, qui se maintient pendant un temps plus ou moins long; puis il devient de plus en plus brillant et se rompt ensuite par fusion.

Si on observe l'ampèremètre inséré dans le circuit d'alimentation, on constate après la rupture de l'ampoule d'abord un accroissement rapide de l'intensité du courant passant par le filament, puis une diminution lente de ce courant jusqu'à la suppression totale du débit qui coïncide avec la fusion.

Ces variations dans les indications de l'ampèremètre, confirmées d'ailleurs par les enregistrements oscillographiques, s'expliquent par deux faits qui se succèdent dans le temps : d'abord l'irruption brusque du mélange grisouteux dans l'ampoule brisée, puis l'oxydation lente du filament au contact du mélange air + méthane.

Le premier refroidit le filament et diminue sa résistance ohmique; le second, au contraire, élève sa température et réduit sa section, d'où augmentation de sa résistance au passage du courant.

Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, l'inflammation du mélange grisouteux provoque une augmentation passagère de la résistance ohmique du filament et par conséquent une diminution momentanée du courant.

Cette diminution, dont la durée est de 0,2 seconde au maximum, n'est visible évidemment que sur les oscillogrammes; à l'ampèremètre, elle ne se manifeste que d'une façon imperceptible à cause de l'inertie de l'appareil.

Les résultats de nos essais sont reportés dans cinq tableaux qu'on trouvera ci-après. Ces tableaux comportent onze colonnes dans lesquelles figurent respectivement les numéros d'ordre des essais (numéro spécial, numéro général), la source de courant, la tension aux bornes de l'accumulateur, celle appliquée à l'ampoule, l'intensité du courant avant et après rupture de l'ampoule, la teneur en méthane, le résultat de l'essai (inflammation : +; non inflammation : O), les temps s'écoulant depuis le bris de l'ampoule jusqu'à l'inflammation et la rupture du filament.

La source de courant était soit un élément acide ou au plomb, soit deux ou trois éléments alcalins ou au fer-nickel. Ces sources sont notées aux tableaux par el. ac. ou el. alc.

Dans ces tableaux, les essais sont classés en deux catégories suivant qu'ils ont été réalisés sans oscillographe ou avec oscillographe.

Nous n'y avons pas reporté ceux pour lesquels il y a eu rupture instantanée de l'ampoule et du filament. Ces essais, au nombre de huit, n'ont pas donné l'inflammation.

Essais sur les ampoules Luxor 2 volts 0,85 ampère.

Les résultats sont reportés au tableau VII.

Sur vingt-neuf essais, six ont donné l'inflammation du grisou, mais pour chacun de ceux-ci, la tension appliquée à l'ampoule était supérieure à celle correspondant à l'alimentation normale par un seul élément d'accumulateur au plomb.

La tension de fonctionnement (tension appliquée à l'ampoule) la plus faible qui ait donné l'inflammation est 2,025 volts (essai n° 20) et des relevés effectués sur une lampe portative alimentée par un élément au plomb montrent que la tension aux bornes d'un accumulateur de ce genre tombe généralement en dessous de 2 volts après 4 ou 5 minutes seulement de fonctionnement.

Toutefois, lors de l'essai n° 20, le courant était celui prévu par le fabricant, soit 0,85 ampère.

Si on examine minutieusement les résultats des essais effectués avec l'oscillographe, on voit qu'il n'est pas possible de départager dans les régimes de fonctionnement ceux qui sont favorables à l'inflammation de ceux qui lui sont défavorables.

En d'autres termes, nos résultats d'essais sont affectés d'une dispersion importante. L'essai 20 par exemple, auquel correspond un courant avant rupture de 0,85 ampère, a donné l'inflammation alors que l'essai 28 (courant avant rupture 0,92) ne l'a pas donnée.

Les autres essais réalisés avec l'oscillographe ont conduit à des anomalies du même genre.

Il y a lieu de se demander si ces anomalies ne sont pas dues au fait que ce type d'ampoules fonctionne dans des conditions voisines de celles qui assureraient la sécurité en cas de rupture, la moindre variation dans le procédé expérimental ou dans la fabrication de

l'ampoule agissant alors dans un sens, tantôt favorable, tantôt défavorable à l'inflammation.

On est donc porté à croire qu'une légère modification dans la fabrication (dans le calibrage du filament par exemple) pourrait rendre sûre l'ampoule type 2 volts 0,85 ampère.

Si maintenant on examine sur les oscillogrammes la succession des différentes phases d'un essai, on constate que l'inflammation se produit peu de temps après la rupture de l'ampoule, au maximum 1,56 seconde (essai n° 20), et toujours avant la fusion du filament, c'est-à-dire pendant la chute lente du courant.

Essais sur les ampoules Luxor 2,6 volts 0,5 ampère.

Les résultats d'essais sont indiqués au tableau VIII.

Sur douze essais réalisés sans oscillographe, un seul a donné l'inflammation (essai 12) alors que le courant (0,515 amp.) dépassait légèrement la valeur normale prévue par le fabricant; la tension appliquée à l'ampoule (2,45 volts) n'était cependant pas exagérée.

Les essais 10 et 11 réalisés dans les mêmes conditions de tension et de courant n'ont cependant pas été suivis d'inflammation.

Sur les trois inflammations qui se sont produites au cours des essais, l'une d'elles (essai 14) est certainement antérieure à la fusion du filament; pour les deux autres (essais 12 et 17), il y a doute, car elles n'ont pas été enregistrées à l'oscillographe.

Pour ce type d'ampoules, notre conclusion est la même que pour le précédent : une légère modification du calibrage du filament pourrait donner à l'ampoule la sécurité désirable en cas de rupture.

TABLEAU VII.

Ampoules Luxor 2 volts 0,85 ampère. — Diamètre du filament : 0,065 mm.

Numéro d'ordre		Source de courant	Tension en volts		Intensité en ampère			Teneur en méthane en %	Résultat : + inflamm. O non inflamm.	Temps en sec.	
spécial	général		à l'accu	à l'ampoule	avant rupture de l'ampoule	après rupture de l'ampoule	de l'inflamm.			de la rupture du filament	
SANS OSCILLOGRAPHE											
1	15 ^{ter}	5 él. alc.	3,80	2,55	0,955	1	10,00	O	1	5	
2	15 ^{bis}	id.	id.	2,88	1,010	1	id.	+	2	2	
3	84	2 él. alc.	2,65	1,96	0,855	1,250	9,00	O	1	4	
4	85	id.	id.	1,96	0,850	1,250	8,75	O	1	15	
5	156	1 él. ac.	2,07	1,98	0,840	1,240	8,25	O	1	19	
6	69	id.	2,05	1,90	0,825	1,250	7,25	O	1	20	
7	71	id.	id.	id.	0,850	id.	id.	O	1	20	
8	83	2 él. alc.	2,65	1,96	id.	1,250	id.	O	1	14	
9	135	1 él. ac.	2,05	id.	id.	1,220	8,00	O	1	15	
10	134	id.	id.	id.	0,855	1,260	7,25	O	1	19	
11	82	2 él. alc.	2,65	1,98	0,850	1,250	7,50	O	1	19	
12	133	1 él. ac.	2,10	2,01	id.	1,000	7,00	O	1	2	

AVEC OSCILLOGRAPHE

13	4	2 él. alc.	2,50	—	0,818	1,200	10,50	O	1	20
14	7	id.	id.	2,17	0,882	1,405	10,25	O	1	4,78
15	15	id.	id.	2,15	0,847	1,268	10,00	O	1	14
16	11	id.	id.	id.	0,867	1,350	id.	O	1	10
17	44	id.	id.	1,95	0,855	1,190	7,25	O	1	20
18	77	id.	2,65	2,00	0,840	1,200	7,50	O	1	15
19	74	id.	id.	id.	id.	1,240	id.	O	1	18
20	45	id.	2,50	2,025	0,850	1,190	7,25	+	1,56	2,56
21	45	id.	2,65	2,00	0,855	1,210	7,25	O	1	20
22	22	id.	2,50	2,14	0,860	1,299	8,00	O	1	30
23	42	id.	id.	2,10	id.	1,110	7,25	+	0,38	1,46
24	81	id.	2,65	—	id.	1,220	7,25	O	1	1,86
25	78	id.	id.	2,14	0,880	1,180	id.	O	1	1,74
26	25	3 él. alc.	3,80	2,40	0,905	id.	7,75	+	1,20	2
27	80	2 él. alc.	2,65	2,39	0,910	1,200	7,25	+	0,28	1,755
28	79	id.	id.	2,38	0,920	1,540	7,50	O	1	4,92
29	41	id.	id.	2,40	0,950	1,250	7,25	+	0,58	1,915

TABLEAU VIII.
Ampoules Luxor 2,6 volts 0,5 ampère. — Diamètre du filament : 0,049 mm.

Numéro d'ordre		Source de courant	Tension en volts		Intensité en ampère		Teneur en méthane en %	Résultat : + inflamm. O non inflamm.	Temps en sec.	
spécial	général		à l'accum.	à l'ampoule	avant rupture de l'ampoule	après rupture de l'ampoule			de l'inflamm.	de la rupture du filament
SANS OSCILLOGRAPHE										
1	55	2 él. alc.	2,70	2,12	0,480	—	8,75	O	1	27
2	54	id.	id.	2,28	0,500	0,760	id.	O	1	12
3	51	id.	id.	1,87	0,450	0,690	7,25	O	1	37
4	52	id.	id.	id.	id.	id.	id.	O	1	71
5	55	id.	id.	2,50	0,500	0,840	id.	O	1	20
6	55 ^{bis}	id.	id.	id.	id.	—	id.	O	1	12
7	150	id.	id.	2,45	0,510	0,800	8,25	O	1	15
8	151	id.	id.	2,24	id.	0,810	8,00	O	1	16
9	152	id.	id.	id.	id.	0,820	7,00	O	1	11
10	56	id.	id.	2,45	0,515	—	7,25	O	1	3
11	57	id.	id.	id.	id.	0,800	id.	O	1	10
12	50	id.	id.	id.	id.	0,700	id.	+	1	1
AVEC OSCILLOGRAPHE										
13	72	2 él. alc.	2,65	2,42	0,500	0,840	7,50	O	1	50
14	75	id.	2,70	2,62	0,520	0,880	7,25	+	3,56	>4
15	76	id.	id.	id.	id.	0,800	id.	O	1	10
16	73	3 él. alc.	3,92	2,64	0,540	0,840	7,50	O	1	50
17	144	id.	3,80	2,80	id.	0,940	7,25	+	13	13

TABLEAU IX.
Ampoules Luxor 2,6 volts 1 ampère. — Diamètre du filament : 0,073 mm.

Numéro d'ordre		Source de courant	Tension en volts		Intensité en ampère		Teneur en méthane en %	Résultat : + inflamm. O non inflamm.	Temps en sec.	
spécial	général		à l'accum.	à l'ampoule	avant rupture de l'ampoule	après rupture de l'ampoule			de l'inflamm.	de la rupture du filament
SANS OSCILLOGRAPHE										
1	129	2 él. alc.	2,68	2,18	0,950	1,540	8,25	O	1	21
2	128	id.	2,69	2,20	id.	1,590	id.	O	1	22
3	127	id.	2,74	2,24	0,940	1,580	7,25	O	1	38
4	126	id.	2,62	2,58	0,950	1,560	id.	O	1	6
5	125	id.	2,55	2,40	0,970	1,250	7,00	+	0	2
6	68	id.	2,70	id.	0,975	1,450	7,25	+	4	5
7	66	id.	id.	id.	0,980	1,500	id.	O	1	2
8	67	id.	id.	2,58	id.	1,400	7,25	O	1	9
9	124	id.	2,51	2,48	0,985	1,550	id.	+	0	2
10	121	id.	2,60	2,50	0,990	1,250	7,25	+	0	1
11	120	id.	2,62	2,51	id.	1,540	id.	+	0	2
12	118	id.	2,64	2,61	1,000	1,520	id.	O	1	10
13	125	id.	2,69	2,59	1,010	1,550	id.	+	0	2
AVEC OSCILLOGRAPHE										
14	158	2 él. alc.	2,56	2,24	0,940	1,540	7,25	O	1	2,7
15	159	id.	2,58	2,26	id.	1,420	id.	O	1	25
16	157	id.	2,57	2,25	id.	1,520	id.	+	16	16
17	140	3 él. alc.	5,75	2,44	0,980	1,560	id.	O	1	18
18	141	id.	3,75	2,56	1,000	1,520	id.	O	1	21
19	122	id.	4,00	2,68	1,025	1,550	id.	+	1,62	1,7

TABLEAU X.

Ampoules Luxor 2,6 volts 1,2 ampère. — Diamètre du filament : 0,081 mm.

Numéro d'ordre		Source de courant	Tension en volts		Intensité en ampère		Teneur en méthane en %	Résultat : + inflamm. O non inflamm.	Temps en sec.	
spécial	général		à l'accu	à l'ampoule	avant rupture de l'ampoule	après rupture de l'ampoule			de l'inflamm.	de la rupture du filament

SANS OSCILLOGRAPHE

1	87	2 él. alc.	2,45	2,07	1,075	> 1,500	8,25	O	1	20
2	103	id.	2,59	2,04	1,080	1,520	7,50	O	1	16
3	104	id.	id.	id.	id.	id.	id.	O	1	29
4	105	id.	id.	id.	id.	> 1,550	7,25	O	1	40
5	106	id.	2,58	2,06	id.	> 1,550	id.	O	1	31
6	102	id.	id.	id.	1,085	1,530	id.	O	1	21
7	98	id.	2,60	2,14	1,100	1,350	id.	O	1	3
8	101	id.	2,59	2,16	1,105	> 1,550	id.	+	3	3
9	100	id.	2,60	2,21	1,110	1,360	7,50	+	0	1
10	99	id.	id.	2,22	1,120	> 1,550	id.	+	5	5,5

11	97	id.	id.	2,30	1,140	1,400	id.	+	0	1 à 2
12	89	id.	2,45	2,34	1,150	1,550	7,25	+	1	2
15	96	id.	2,60	2,40	1,160	1,400	7,50	+	0	1
14	95	id.	2,616	id.	id.	> 1,500	7,25	O	1	3
15	94	id.	2,63	2,41	1,173	1,450	id.	+	0	1
16	90	id.	2,72	2,48	1,180	1,500	id.	O	1	2,5
17	88	3 él. alc.	3,70	3,60	1,200	id.	id.	+	1	1
18	92	2 él. alc.	2,646	2,62	1,210	1,400	7,50	O	1	2,5
19	91	id.	2,65	id.	id.	1,550	7,25	+	0	2
20	93	id.	2,64	2,61	id.	1,400	7,50	+	0	1

AVEC OSCILLOGRAPHE

21	31	2 él. alc.	2,60	2,00	1,082	1,460	8,00	O	1	30
22	30	3 él. alc.	3,90	2,625	1,220	1,450	8,25	+	0,20	1,34
23	32	2 él. alc.	2,60	2,22	1,230	1	id.	+	0,68	1,95

TABLEAU XI.

Ampoules Luxor 2,6 volts 1,5 ampère. — Diamètre du filament : 0,093 mm.

Numéro d'ordre		Source de courant	Tension en volts		Intensité en ampère		Teneur en méthane en %	Résultat : + inflamm. O non inflamm.	Temps en sec.	
spécial	général		à l'accum.	à l'ampoule	avant rupture de l'ampoule	après rupture de l'ampoule			de l'inflamm.	de la rupture du filament

SANS OSCILLOGRAPHE

1	61	2 él. alc.	2,60	—	1,200	1,675	7,25	O	—	57
2	60	id.	id.	—	1,500	1,750	id.	+	5	7
5	62	id.	id.	—	id.	1,800	id.	O	—	17
4	64	id.	id.	—	id.	1,825	id.	O	—	56
5	113	id.	2,46	2,25	1,550	1,900	id.	O	—	5
6	112	id.	2,47	2,37	id.	2,000	id.	O	—	12
7	59	id.	2,60	—	1,585	1,950	id.	+	1	3
8	63	id.	id.	—	1,400	1,700	id.	+	1	3
9	65	id.	id.	—	1,400	1,800	id.	+	1	3
10	58	id.	id.	—	id.	1,850	id.	+	1	—

11	111	id.	2,48	2,45	id.	1,900	id.	+	0	3
12	109	id.	id.	2,46	1,425	1,700	id.	+	0	2
13	108	id.	2,49	id.	id.	1,950	id.	O	—	3
14	110	id.	2,50	2,47	id.	2,950	id.	+	0	2
15	86	id.	2,70	2,60	1,500	1,650	8,50	O	—	3,50

AVEC OSCILLOGRAPHE

16	117	2 él. alc.	2,60	2,24	1,550	2,100	7,25	+	0	3 à 4
17	116	id.	2,62	2,21	1,560	1,900	id.	O	—	5,52
18	115	id.	2,63	2,22	id.	2,050	id.	+	12	12
19	114	id.	2,66	2,38	1,580	1,925	id.	+	0	1

Essais sur les ampoules Luxor 2,6 volts 1 ampère.

Les résultats d'essais sont indiqués au tableau IX.

Ce type d'ampoules a donné des inflammations alors que le courant était nettement inférieur au courant normal prévu par le fabricant. L'essai 16 a été suivi d'inflammation bien que l'intensité avant rupture de l'ampoule ne fut que 0,94 ampère.

Contrairement à ce qui a été dit à propos des deux premiers types, les ampoules Luxor 2,6 volts 1 ampère sont loin d'être de sécurité.

Essais sur les ampoules Luxor 2,6 volts, 1,2 ampère.

Les résultats sont indiqués au tableau X.

Le courant le plus faible (courant avant rupture) qui ait donné l'inflammation est de 1,105 ampère seulement, courant nettement inférieur au courant normal prévu par le fabricant (voir essai 8).

Ce type, comme le précédent, fonctionne dans des conditions assez éloignées de celles qui assureraient la sécurité désirable.

Essais sur les ampoules Luxor 2,6 volts 1,5 ampère.

Les résultats sont indiqués au tableau XI.

Le courant minimum (courant avant rupture) ayant donné l'inflammation est 1,3 ampère (essai 2).

Ce type, est donc loin d'être de sécurité.

Conclusions générales.

Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, les cinq séries d'essais sont affectées d'une dispersion importante; on enregistre, en effet, des inflammations pour des courants notablement inférieurs à d'autres qui n'ont pas provoqué l'allumage du grisou.

Ces anomalies sont particulièrement marquantes pour le type 2 volts 0,85 ampère.

Dans le tableau XII ci-dessous, nous indiquons pour chaque type le courant le plus élevé n'ayant pas donné l'inflammation et le courant le plus bas l'ayant donnée, les courants étant ceux enregistrés avant rupture de l'ampoule.

TABLEAU XII

Volts	Type Ampère	Courant max.	Courant minimum
		parmi ceux n'ayant pas donné l'inflamm.	parmi ceux ayant donné l'inflamm.
2,0	0,85	0,84	0,850
2,6	0,50	0,51	0,515
2,6	1,00	0,95	0,940
2,6	1,20	1,10	1,105
2,6	1,50	1,20	1,300

De ce tableau, il résulte clairement que les deux premiers types sont les plus sûrs et que les trois autres, au contraire, sont assez loin de la sécurité.

On peut se demander ce qui conditionne l'inflammation : le courant consommé par l'ampoule avant sa rupture ou le courant passant par le filament dès qu'il est au contact avec le mélange grisouteux.

Il paraît logique d'accorder une influence dominante au second et cependant, l'examen des résultats d'essais montre que plus le courant avant rupture de l'ampoule est élevé, plus grande est la probabilité d'inflammation.

On remarque également que le courant après rupture de l'ampoule n'est pas en relation bien définie avec le courant avant rupture.

On est même tenté d'accorder l'influence dominante à l'un ou l'autre de ces courants d'après le moment auquel l'inflammation se produit. A trois exceptions près, elle survient peu de temps après la rupture de l'ampoule, paraissant ainsi dépendre plutôt de la température du filament avant rupture du verre.

De l'examen des oscillogrammes, on retient également cette constatation importante que l'inflammation est le plus souvent provoquée par l'incandescence du filament et non par sa fusion, remarquable cependant par sa température élevée (3.370°).

Ces considérations font ressortir la complexité du phénomène d'inflammation d'un mélange grisouteux par le filament incandescent d'une ampoule et nous incitent à penser que le problème de la réalisation d'une ampoule de sûreté absolue en présence du grisou est loin d'être résolu, du moins en ce qui concerne les ampoules absorbant un courant d'intensité de 1 ampère et plus.

Les recherches faisant l'objet de cette note ne constituent donc qu'un travail préliminaire dont les résultats serviront de base à une étude plus approfondie de la question.

J. FRIPIAT.



Le dosage de l'oxyde de carbone par l'oxyde d'argent

par

Ad. VAN TIGGELEN,

Docteur en Sciences,

Attaché à l'Institut National des Mines à Paturages.

La détermination de l'oxyde de carbone dans les mines présente un grand intérêt, d'abord ~~ou~~ point de vue hygiénique et, dans ce cas, les méthodes usuelles semi-quantitatives de détermination des traces de CO sont suffisantes. Ces méthodes sont principalement : celle de Montluçon, basée sur l'apparition d'une coloration verte produite lors du passage d'un courant d'air renfermant des traces de CO à travers un tube contenant du pentoxyde d'iode sur un support en présence d'acide sulfurique fumant; la méthode de Draeger, où on voit apparaître une coloration brune dans un tube contenant un sel de palladium.

Au contraire, lorsqu'il s'agit de suivre les progrès d'un incendie minier circonscrit derrière un serrement, un des moyens les plus couramment employés est la détermination exacte, à différents intervalles de temps, des petites quantités de CO présentes derrière le barrage.

Une excellente méthode a été mise au point à l'Institut National des Mines par notre prédécesseur L. Coppens (*). Cette méthode est basée sur l'oxydation complète et sélective du CO en CO₂ en

(*) *Annales des Mines de Belgique*, t. 39, p. 129, 1938.

présence d'un catalyseur binaire formé d'oxyde de cuivre et de quartz.

Nous avons constaté que le catalyseur utilisé au laboratoire de notre Institut, dans la pratique courante, s'est trouvé altéré dans ses propriétés, après de nombreuses années d'usage d'ailleurs, et ne permettait plus d'effectuer des dosages exacts.

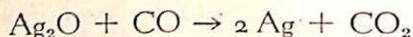
Il suffisait naturellement de le remplacer par une nouvelle préparation, mais nous avons entretemps essayé un nouveau catalyseur à base d'oxyde d'argent, nous fournissant des résultats aussi exacts que le catalyseur à base de CuO et de quartz.

L'objet de cette note est la description de la préparation de l'oxyde d'argent et du mode opératoire dans le dosage du CO.

I. — Préparation du catalyseur et mode opératoire.

a) Préparation de l'oxyde d'argent.

Remarquons tout d'abord que l'appellation « catalyseur » est impropre pour l'oxyde d'argent en ce qui concerne l'oxydation du CO en CO₂, puisqu'il s'agit d'une simple réaction chimique entre un solide et un gaz :



Nous maintiendrons cependant cette appellation pour des raisons d'usage et de commodité.

Le catalyseur est formé d'oxyde d'argent précipité par une solution de KOH sur un support de pierre-ponce en grains, à partir d'une solution de nitrate d'argent.

On dissout 8 gr. de AgNO₃ dans 100 cm³ d'eau et on met en contact pendant 2 jours avec 10 gr. de pierre-ponce en grains passant le tamis de 25 mailles/cm² et retenus au tamis de 100 mailles/cm². Ces grains ont été préalablement traités par du HNO₃ bouillant, lavés puis séchés.

On précipite alors l'oxyde d'argent en ajoutant petit à petit, et en agitant constamment, une solution de 4 gr. de KOH dans 50 cm³ d'eau.

Après avoir laissé déposer une heure, on décante et on lave avec environ 200 cm³ d'eau en agitant 10 minutes; on laisse déposer une heure et on décante à nouveau. Ce lavage est répété environ 10 fois.

Le brouet, formé d'oxyde d'argent et de pierre-ponce, est séché

à l'étuve à 100° pendant 5 heures. On le place alors dans un exsiccateur à vide, pendant 4 jours, en présence de P_2O_5 .

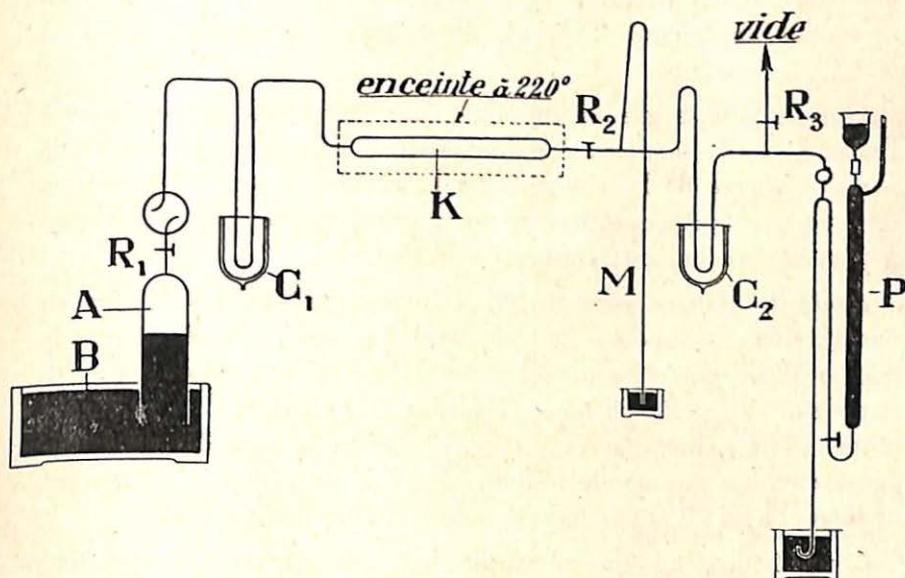
Le catalyseur pèse ainsi environ 15 grammes.

On l'introduit ensuite dans l'appareil de dosage, dont la description va suivre, où il est chauffé pendant 2 jours à la température de 270° en maintenant un vide de 10^{-3} cm. Hg environ. Il se dégage une grande quantité d'humidité. On interrompt le chauffage lorsque tout dégagement gazeux a cessé.

b) *Mode opératoire.*

Le mode opératoire est en tout point semblable à celui qui a été décrit par L. Coppens; la seule différence consiste en ce que le catalyseur est chauffé à 220° au lieu de 270° , température d'emploi du catalyseur $CuO + quartz$.

Nous reprendrons cependant brièvement la description de l'appareil et du mode opératoire déjà décrit dans la publication citée plus haut.



Appareil pour la détermination des traces d'oxyde de carbone.

Une cloche à mercure A, d'une contenance de 500 cm^3 environ, placée sur une cuve à mercure B, sert à l'introduction de l'échantillon à analyser (généralement 300 cm^3 environ). Le condenseur C_1 ,

refroidi à -80° par le mélange neige carbonique-acétone, est destiné à retenir l'humidité. Le gaz passe ensuite sur le catalyseur placé dans le tube K chauffé à 220° par un four en aluminium. Passant à travers le condenseur C_2 refroidi par l'air liquide, le CO_2 formé par l'oxydation du CO est condensé et la trompe à mercure P permet d'extraire l'échantillon gazeux.

Une dérivation placée derrière le robinet R_3 permet de faire rapidement un vide complet par une pompe à vapeur de mercure suivie d'une pompe rotative à l'huile.

Le mode opératoire est très simple : un échantillon exactement mesuré (300 cm^3 environ) et soigneusement débarrassé du CO_2 (par condensation dans l'air liquide, ce qui élimine en plus tous les hydrocarbures autres que le méthane) est introduit en A, l'appareil étant soigneusement vidé et le mercure en A dépassant légèrement le robinet R_1 . En ouvrant légèrement ce robinet, le gaz pénètre lentement dans l'appareil en passant à travers le condenseur C_1 , où il se débarrasse de l'humidité; à travers le catalyseur en K, à 220° , où se produit la réaction $CO \rightarrow CO_2$; à travers le condenseur C_2 où le CO_2 est retenu.

Lorsque tout le gaz est introduit dans l'appareil, on commence à l'extraire par la trompe à Hg P et lorsque la moitié est retirée à la partie inférieure de la pompe P, on la réintroduit en A. L'oxydation est terminée après quelques passages; en pratique, nous effectuons 5 passages, ce qui est largement suffisant.

Après le dernier passage, on élimine complètement le gaz en ouvrant R_3 et on pousse le vide dans l'appareil jusqu'à ce que la pompe P ne permet plus d'extraire la moindre trace de gaz. On ferme alors R_2 et R_3 , on retire l'air liquide de C_2 et le CO_2 se dégage et peut être extrait par la pompe P, où on le recueille dans une éprouvette. La mesure du volume de CO_2 nous donne directement la quantité de CO initialement présente dans l'échantillon.

Il est évident que le catalyseur doit être renouvelé lorsque tout l'oxyde d'argent est réduit; il permet d'effectuer un très grand nombre d'analyses, puisque les échantillons qui nous sont soumis contiennent généralement moins de 1 % de CO. Le catalyseur passe d'ailleurs d'une teinte brun noire à une teinte gris pâle presque blanche.

II. — Vérification de la méthode.

Nous avons effectué plusieurs expériences de contrôle à partir de teneurs connues en CO. A cet effet, nous introduisons en A environ 270 cm³ d'air contenant un volume bien connu de CO.

Dans certaines de ces expériences (voir colonne remarques du tableau I), nous avons ajouté du méthane et de l'hydrogène afin de réaliser la composition des gaz ordinairement soumis à nos analyses. On peut constater que la présence de CH₄ et de H₂ n'influence guère les résultats. Il faut remarquer cependant que l'hydrogène est également oxydé quantitativement par l'oxyde d'argent à la température de 220°.

TABLEAU I

N° de l'essai	CO mis en oeuvre	CO retrouvé	Ecart Δ	Remarques
	cm ³	cm ³	cm ³	
1	0,162	0,179	+0,017	L'échantillon contenait en plus 0,785 cm ³ de CH ₄ pur.
2	0,280	0,300	+0,020	L'échantillon contenait en plus 20 cm ³ environ de CH ₄ pur.
3	1,268	1,270	+0,002	
4	2,268	2,268	0,000	
5	6,064	6,150	+0,086	L'échantillon contenait en plus 18 cm ³ environ d'H ₂ pur et 46 cm ³ environ de CH ₄ pur.
6	6,590	6,600	+0,010	
7	1,886	1,887	+0,001	
8	0,386	0,413	+0,027	

Les résultats obtenus sont donc excellents et dépassent largement la précision désirée dans ce genre d'analyse. Cette méthode est certainement une des plus exactes pour le dosage de petites quantités de CO.

Il est à remarquer que nous avons étudié par ailleurs la réaction $\text{Ag}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{CO}_2$; celle-ci se produit jusqu'à la température ordinaire avec une vitesse très appréciable.

Le remplacement de l'oxyde de cuivre par l'oxyde d'argent constitue par conséquent une augmentation de sensibilité de la méthode, étant donné que la vitesse de la réaction $\text{Ag}_2\text{O} + \text{CO}$ doit être supérieure à la réaction catalytique d'oxydation du CO en présence du CuO à une même température.

Il nous est très agréable d'adresser ici nos hommages à M. le Professeur Ad. Breyre qui assume la direction éclairée de l'Institut National des Mines.

III. — Conclusions.

L'emploi de l'oxyde d'argent comme moyen d'oxydation du CO permet la mise au point d'une méthode extrêmement sensible de dosage de traces de CO dans des échantillons gazeux.

Nous donnons ici la description de la préparation du catalyseur, de l'appareil de dosage du CO, du mode opératoire et les résultats des expériences de contrôle.

Institut National des Mines, Paturages.

15. — CONCLUSIONS

Par ce court exposé de nos activités, on voit que nous avons consacré notre temps à toutes les possibilités qui se sont présentées; les besognes de contrôle ont naturellement absorbé une grande partie de nos préoccupations; soulignons le contrôle de nos retours d'air au point de vue grisométrique notamment.

Nous avons enregistré un ralentissement important des agrégations du matériel électrique antigrisouteux. Par suite d'une erreur courante, les dépenses de sécurité deviennent facilement des dépenses de luxe dans les temps difficiles pour nombre d'usagers.

Malgré les difficultés du temps, nous avons pu faire honneur à notre mission, malgré les entraves apportées par les circonstances de guerre.

Rendons hommage au zèle et au dévouement de tout notre personnel dans l'accomplissement de sa délicate mission.

Pâturages, le 25 avril 1943.

L'Inspecteur général des Mines
Administrateur-Directeur de l'Institut,
Ad. BREYRE.

NOTES DIVERSES

Projet de normalisation des sections de mineurs des Ecoles Industrielles moyennes

par

Walther BOURGEOIS,

Ingénieur Principal des Mines,

Inspecteur de l'Enseignement technique de la province de Hainaut,
à Mons.

Un coup d'œil d'ensemble que nous avons jeté, au cours de l'année scolaire 1939-1940, sur les sections de mineurs des écoles industrielles moyennes subsidiées par la Province de Hainaut a mis en lumière la diversité des méthodes, des programmes, des horaires résultant de la diversité du niveau intellectuel des élèves et de la diversité des objectifs poursuivis.

Les quelques remarques suivantes suffiront à édifier le lecteur sur cette diversité :

Il y a, dans le Hainaut, treize sections de mineurs au sein des écoles industrielles moyennes, ce qui est peu, eu égard à l'importance de l'industrie houillère dans cette région, et la population, très variable, n'y dépasse pas une vingtaine d'élèves en moyenne.

Dans neuf écoles, la section comporte deux années d'études, représentant un total d'heures de cours techniques variant de 160 à 560 !

Dans une école, trois années d'études totalisent 1.240 heures de cours techniques, dont 560 orientent spécialement les élèves vers la prospection coloniale.

Dans deux écoles, la section comportait, en 1939-1940, deux degrés, de deux années chacun, le premier à l'usage des ouvriers qualifiés, le deuxième à l'usage des aspirants porions, et représentant au total,

dans un cas, $120 + 360$, soit 480 heures, dans l'autre, $480 + 320$, soit 800 heures de cours techniques.

On conçoit que, dans ces conditions, un diplôme n'a de signification précise que si l'on connaît le programme particulier de l'école qui l'a délivré; il n'existe pas d'échelle d'équivalence des diplômes, ce qui est regrettable à tous égards.

Tout en reconnaissant qu'un certain régionalisme doit entrer en ligne de compte pour l'élaboration des programmes, en raison des besoins variables de l'industrie charbonnière, il nous est apparu qu'une refonte des méthodes, basée sur un esprit de normalisation, devait être envisagée.

Au cours des années 1941 et 1942, nous avons approfondi la question, d'une part en examinant les résultats, acquis ou possibles, des différentes méthodes d'enseignement, d'autre part en recherchant les besoins de l'industrie charbonnière et en questionnant un certain nombre d'exploitants sur leurs desiderata.

Notre but est d'aboutir à un système normalisé, dont nous nous efforcerons de faire adopter les grandes lignes par toutes les écoles industrielles moyennes, laissant à chacune le soin d'en adapter les détails d'application aux circonstances locales.

Nous publions ci-dessous un projet de programme, dans le but de le soumettre à une sorte d'enquête publique, c'est-à-dire de le faire connaître à toutes les personnes que la question intéresse, avec l'espoir de recevoir leurs critiques et suggestions, à la lumière desquelles nous pourrions construire un système donnant le maximum de satisfaction.

Nous commençons par exposer les considérations générales qui nous ont guidé et qui introduiront le principe de normalisation que nous proposons. Nous terminerons par les syllabus des différents cours envisagés. Faisons remarquer à cet égard que, si nous avons poussé notre étude jusque dans le détail des syllabus, ce n'est en aucune façon en vue de lui donner un caractère rigide et intangible. Bien au contraire (et nous le répétons à dessein), toutes remarques, critiques et suggestions que des personnes compétentes voudront bien nous adresser seront les bienvenues, et nous ne manquerons pas d'en tenir compte dans les réalisations que nous tentons de mettre sur pied.

Et si notre travail est très détaillé, c'est que nous avons voulu soumettre à l'enquête un projet qui sorte des considérations générales, parfois oiseuses, pour pénétrer délibérément dans la voie concrète des possibilités de réalisation.

I. — BESOINS DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Les dirigeants de Charbonnages consultés insistent en général sur trois points :

Difficulté de recruter et de former des ouvriers qualifiés, spécialement des ouvriers à veine;

Défaut de formation civique et morale de la main-d'œuvre qualifiée et des agents de la surveillance;

Défaut de connaissances générales et techniques des agents de la surveillance, particulièrement leur incapacité à dresser des croquis corrects.

Ils désirent donc, en ordre principal, que l'Ecole Industrielle contribue d'une part à la formation professionnelle d'ouvriers qualifiés et d'autre part au relèvement du niveau intellectuel et technique de la surveillance, tout en inculquant, aux uns et aux autres, une éducation sociale et morale adaptée à leurs niveaux et professions respectives.

En outre, l'agent de cadre, intermédiaire entre l'ingénieur civil et le porion, n'existe pas dans les mines. Les chefs-porions, que l'on qualifie parfois « conducteurs des travaux », sont, en fait, des ouvriers sortis du rang, en raison de leurs qualités professionnelles et de leur aptitude à commander. Ce sont donc de purs praticiens : leur formation intellectuelle et technique n'est en aucune façon comparable à celle des agents que l'on qualifie habituellement « conducteurs », notamment en matière de travaux publics.

Il y a là une lacune, dont se plaignent amèrement les ingénieurs de sièges, ainsi que les directeurs assez clairvoyants pour envisager l'avenir. En effet, la rationalisation et la mécanisation du travail de la mine et les problèmes de sécurité qui s'y greffent font d'un siège d'exploitation un complexe de services, d'ordres très divers, mais rigoureusement interdépendants. Un tel complexe ne peut pas être conduit d'une main sûre par un pur praticien : des vues larges et synthétiques, qui sont l'apanage de l'intellectuel, sont indispensables.

La conséquence, dans le système actuel, c'est que l'ingénieur est amené à régler, personnellement et dans les détails, le fonctionnement de tout l'édifice et que le chef-porion ne lui est que d'une aide accessoire. L'ingénieur est ainsi détourné de sa véritable mission de haute direction, qui, dans la mine plus que n'importe où, doit consister à prévoir et préparer l'avenir.

Il importerait donc de créer un grade de Conducteur des Mines, qui, tout en conservant au titulaire les qualités indispensables du praticien, lui confère une formation intellectuelle équivalente, par exemple, à celle des diplômés d'écoles industrielles supérieures ou des ingénieurs techniciens.

II. — POSSIBILITES DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

Envisageons successivement les quatre desiderata ci-dessus exposés :

1°) Formation professionnelle des ouvriers.

La meilleure façon de former un ouvrier mineur, c'est de le faire travailler sous la direction d'un ouvrier de haute qualité, qui soit en même temps un moniteur habile. Ces deux qualités sont rares à trouver chez le même individu et, d'autre part, le souci de l'extraction journalière, dans nos mines difficiles, rend précaire la création de chantiers d'apprentissage.

Or, il faut bien se dire qu'il est impossible de créer à l'école une mine ou des parties de mine artificielles; par conséquent, il est utopique d'espérer que l'école oriente son enseignement dans le sens de l'apprentissage complet et c'est aux charbonnages qu'il appartient, dans la plus large mesure, d'assurer la formation professionnelle.

Il n'en reste pas moins que l'école industrielle moyenne peut apporter à l'apprentissage un appoint de toute première valeur : un praticien quelque peu pédagogue peut très bien, même dans une simple salle de cours, expliquer et *faire comprendre* aux élèves que, parmi les N manières d'accomplir une tâche, il y en a une bonne et (N-1) mauvaises ou médiocres.

Si l'ouvrier fait alors l'effort d'accomplir, dans la mine, chacune de ses tâches de la seule bonne manière qui lui a été enseignée, son apprentissage en sera accéléré et *amélioré* dans des proportions considérables. Pour qu'il fasse cet effort, il importe que son travail dans la mine soit dirigé et contrôlé avec soin : ceci relève de la collaboration du charbonnage avec l'école, à laquelle nous attribuons une importance capitale et que nous examinerons dans un chapitre spécial.

2°) Formation civique et morale.

Ici, l'école doit jouer un rôle de tout premier plan, car elle en a les moyens. Le seul fait de la fréquentation des cours joue un rôle éducatif : même si une certaine pression a été exercée sur l'ouvrier,

il a l'impression d'être venu librement s'inscrire à l'école et la discipline de celle-ci a, dans ces conditions, à peu près les qualités éducatives d'une self-discipline. Au surplus, le professeur habile sait créer, dans sa classe, une atmosphère d'amicale collaboration, où la déférence, d'élève à maître, jouera automatiquement le rôle d'une dette de l'homme moins instruit, moins expérimenté, moins réfléchi, vis-à-vis de celui qui l'est davantage.

Mais l'école peut faire encore bien davantage (et certaines le font avec assez de succès) par des cours spéciaux d'éducation générale. C'est devenu un lieu commun de constater que l'instruction n'est pas un critère de la morale. Il n'en reste pas moins que l'éducation est chose abstraite et que, comme toute abstraction, elle a besoin d'un support sensible : le meilleur support, c'est la culture générale et, en particulier, la connaissance de la langue maternelle.

3^o) Formation des agents de la surveillance.

C'est le but poursuivi par la plupart des sections de mineurs actives dans les écoles industrielles moyennes. Mais dans ce domaine, on observe des lacunes graves, notamment si on regarde les questions posées aux examens de sortie et surtout les réponses reçues.

Les cours sont en général très descriptifs (ce qui est assez fatal pour des cours d'exploitation), mais ils n'arrivent pas à développer suffisamment l'esprit d'initiative, guidé par le bon sens. Pourquoi ? Uniquement parce que les connaissances de base sont insuffisantes : le moindre calcul rebute l'élève; la géométrie est pour lui comme une sorte de foi : il faut y croire sans comprendre; le dessin est de la copie ou de la reproduction de mémoire.

Les cours prétechniques sont donc indispensables. Or, la fréquentation obligatoire des cours généraux existants est de nature, je ne dirai pas à réduire, mais bien à *annuler* le recrutement, pour deux raisons. La première, c'est que, en général, les élèves-mineurs sont beaucoup plus âgés et plus « dans le métier » que ceux des cours prétechniques généraux et qu'ils auraient l'impression de déchoir en s'asseyant sur les mêmes bancs. La deuxième, c'est que le mineur ne saisit pas a priori l'importance des connaissances générales : un certain atavisme lui fait considérer que l'exercice de sa profession est soumis à un empirisme intégral, comme c'était à peu près le cas il y a un demi-siècle.

Nous ne voyons d'autre issue à ce dilemme que de créer, comme cela existe déjà dans de rares écoles, des cours prétechniques exclusi-

vement destinés aux mineurs et orientés dès le début, tout au moins quant aux applications, vers les problèmes de la mine, seuls susceptibles de capter leur attention.

4°) Formation de conducteurs des mines.

Dans ce domaine, l'enseignement technique est absolument déficient, et cela s'explique : la mine est le domaine de l'industrie où le coup d'œil du praticien joue encore, et jouera sans doute toujours, le rôle le plus important. Or, ce coup d'œil ne peut s'acquérir de façon rapide que par ceux à qui une formation intellectuelle de niveau universitaire a conféré l'habitude de l'observation analytique et le pouvoir de synthèse.

Il s'ensuit que l'enseignement systématique de l'exploitation des mines, à un degré inférieur au niveau universitaire, est voué à l'échec : c'est parmi les praticiens qu'il faut continuer à choisir les agents de cadre et c'est à ces praticiens qu'il faut donner une formation intellectuelle suffisante, en marge de l'exercice de la profession. Il semble donc que l'Ecole Industrielle Supérieure soit l'institution toute désignée pour poursuivre ce but.

Mais l'Ecole Industrielle Supérieure recrute normalement ses élèves parmi les diplômés des Ecoles Industrielles Moyennes. Il faut donc tout d'abord que l'enseignement dans ces dernières soit normalisé et donne des connaissances de base assez profondes. C'est pourquoi nous considérons que la formation de conducteurs des mines, du niveau défini au § I, constituera un problème futur dont la solution dépendra des résultats obtenus en école industrielle moyenne. Nous n'envisageons donc pas ce problème actuellement, bien que son importance retienne toute notre attention, et notre projet se borne, dans ce domaine, à ménager de larges possibilités d'avenir.

III. — COLLABORATION CHARBONNAGE-ECOLE

Nous avons montré à suffisance que les capacités d'un mineur, à quelque degré que ce soit dans l'échelle hiérarchique, sont fonction à la fois de ses qualités de praticien, qu'il acquiert surtout à la mine, et de ses connaissances techniques et prétechniques, conférées surtout par l'école. Cette seule constatation suffit pour mettre en évidence l'absolue nécessité d'une collaboration intime entre le charbonnage local et l'école que fréquentent ses ouvriers.

Trop de Directions de charbonnages montrent, vis-à-vis de l'école industrielle, une bienveillance de principe qui se borne à afficher l'horaire des cours dans les locaux des sièges et à déléguer l'un ou l'autre agent aux examens de sortie. Une telle collaboration est illusoire.

Ce qu'il faut rechercher, c'est une bienveillance *active*, que les Directeurs d'écoles doivent tenter d'obtenir par des démarches directes et pressantes auprès des chefs d'entreprises et qu'ils obtiendront sans réserve si leur école fait l'effort nécessaire pour fournir au charbonnage les éléments dont il a besoin. Cette bienveillance aura à se manifester notamment sur les points suivants :

1°) Recrutement.

Les Directeurs et Ingénieurs d'un charbonnage sont évidemment les personnes les mieux placées, non seulement pour pousser un grand nombre d'ouvriers vers l'école, mais encore pour choisir ceux dont les aptitudes professionnelles paraissent les plus solides. Si les élèves et diplômés donnent satisfaction au charbonnage, il n'y a rien d'excessif à demander à celui-ci quelques avantages matériels, au profit des élèves, ne serait-ce que le remboursement des quelques frais d'achat du matériel scolaire dont ils ont besoin.

2°) Assiduité.

Il est souhaitable que les chefs d'entreprises soient tenus au courant de l'assiduité à l'école et des résultats d'examens; cela leur permet de prendre des mesures encourageantes pour les bons éléments.

3°) Interpénétration pédagogique.

Nous avons déjà dit, à propos de la formation professionnelle, qu'il est nécessaire que l'élève soit suivi dans son travail à la mine. De même, au degré technique proprement dit, il importe que l'ouvrier puisse voir et vivre sur place ce qui lui a été exposé en classe, qu'il ait l'occasion de participer à des opérations qu'on lui a décrites au tableau noir : ce n'est pas seulement une illustration démonstrative du cours, c'est encore le moyen de capter la très sérieuse attention des élèves et de leur apprendre à relier, dans leur esprit, l'expérience pratique à la théorie.

Ce résultat peut être partiellement atteint par des visites guidées. Dans des domaines particuliers (taille des bois, pose de rails, etc.), des travaux pratiques à l'école seront très efficaces. Mais ces démon-

trations sont sporadiques, et le meilleur système consiste à désigner comme professeurs de l'École Industrielle des agents du charbonnage local et à leur permettre de s'arranger avec leurs collègues, leurs chefs et leurs subalternes de la mine pour que l'enseignement de l'école comporte des prolongements dans l'exécution du travail journalier des ouvriers-élèves. Il faudrait que cette organisation permette des permutations de poste, de genre de travail, etc. sans qu'il s'ensuive d'inconvénient grave, ni surtout de perte de salaire pour l'ouvrier-élève.

Dans les cas, malheureusement trop rares, où une collaboration de ce genre existe, elle a donné jusqu'ici les résultats les plus encourageants.

4°) Encouragement aux diplômés.

Il est certain que la fréquentation de l'école industrielle est une lourde charge pour l'ouvrier mineur. Il est donc équitable, en principe, que le diplôme élargisse la carrière de ceux qui ont fait l'effort de l'obtenir. C'est d'ailleurs aussi l'intérêt du charbonnage et il serait normal, notamment, que les diplômés aient la préférence pour l'accès aux cadres.

Certains exploitants objectent que les diplômés, en moyenne, ne sont guère meilleurs, comme porions, que les praticiens. Mais cela résulte justement du défaut de collaboration entre le charbonnage et l'école. Dans les rares cas où cette collaboration existe, même partiellement, et où l'école fonde l'enseignement sur des connaissances de base assez solides, les Directeurs de charbonnages considèrent les diplômés comme supérieurs à la moyenne.

IV. — BUTS ET ECONOMIE DU PROJET DE NORMALISATION

Les besoins de l'industrie charbonnière sont suffisamment constants pour qu'une refonte des programmes et méthodes se fasse sur des bases normalisées, tout en laissant, bien entendu, une certaine élasticité d'adaptation aux circonstances régionales. Au surplus, il faut atteindre une équivalence suffisante des diplômes de même nature, sous peine de dévaluer les plus justifiés.

L'organisation la plus répandue dans les sections de mineurs des écoles industrielles consiste, en tout et pour tout, en un cours d'exploitation de deux années, à caractère technique et rarement accompagné d'un cours de dessin.

Cette organisation ne répond pas aux besoins : faute de temps, le professeur ne peut aborder les points de vue professionnels, c'est-à-dire les questions d'exécution qui intéressent l'ouvrier, que d'une manière occasionnelle et sporadique. D'autre part, l'absence de cours prétechniques entraîne un défaut de connaissances de base, tel que le niveau technique du cours est insuffisant pour des aspirants-ouvriers.

Dans quelques écoles de la province, les programmes s'étalent sur trois ou quatre années et les deux points de vue, professionnel et technique, sont envisagés séparément. D'assez bons résultats ont déjà été obtenus dans ces écoles et notre projet de normalisation s'est inspiré des meilleurs côtés de leurs méthodes.

A la base, nous plaçons la formation professionnelle, nécessaire aussi bien aux ouvriers qu'aux futurs agents de la surveillance. Le premier degré du système est donc ouvert, en principe, à la grande masse, au sein de laquelle une sélection s'opérera pour l'accès aux cours techniques du deuxième degré.

Ceux-ci, nous l'avons dit, nécessitent des connaissances de base solides. C'est pourquoi nous plaçons des cours prétechniques en parallèle avec le cours professionnel, en étalant le tout sur deux années, de façon que le premier degré constitue une section préparatoire complète. Seuls, les très bons éléments issus de cette préparatoire auront accès aux cours techniques du deuxième degré. Remarquons en passant que la collaboration charbonnage-école, jouant dans le sens que nous avons indiqué, définira les « très bons éléments », en tenant compte aussi bien des aptitudes professionnelles que des résultats d'examens.

Certains objecteront sans doute que les connaissances de base, pour les élèves qui limiteront leurs études au degré professionnel, ne doivent pas être aussi étendues que le projet le prévoit. C'est exact si l'on n'envisage que le point de vue « métier ». Mais au point de vue de l'éducation de l'individu, point sur lequel les exploitants eux-mêmes insistent, cet enseignement de base peut, s'il est bien fait, avoir des répercussions aussi heureuses que profondes et l'école industrielle a le devoir de les soigner.

Ce qui, dans notre projet, est une innovation, c'est la subdivision du degré technique en deux sections : mineurs proprement dits et ajusteurs de la mine. Nous avons maintes fois constaté que les ajust-

teurs dignes de ce nom sont extrêmement rares dans les travaux souterrains, ce qui est désastreux, compte tenu de la mécanisation de plus en plus poussée des exploitations. Comme c'est un métier bien spécial, bien distinct des autres métiers de la mine, il ne nous paraît pas souhaitable de surcharger le programme technique des mineurs par des connaissances en mécanique, difficiles à faire accepter par le mineur ordinaire.

La création d'une spécialité distincte est donc tout indiquée, d'autant plus qu'elle permet de pénétrer le sujet en profondeur et de progresser des principes théoriques jusqu'aux détails d'assemblage, de réglage, de dépannage qui devraient ressortir des fonctions d'ajusteurs si ceux-ci en étaient capables, ce qui est exceptionnel.

Enfin, le troisième degré de l'enseignement projeté aurait pour objet, par l'étude spéciale des questions d'organisation du travail, étayée d'abord sur les connaissances techniques acquises au deuxième degré, ensuite sur quelques connaissances en mécanique de la mine, de former des agents de cadre : porions et chefs-porions.

Nous proposons, dans le projet, de décerner aux élèves de ce troisième degré un diplôme de Conducteur des Mines, ce qui paraît être en contradiction avec ce que nous avons dit ci-dessus de ce titre. Cela résulte de notre souci de nous en tenir à des propositions réalisables aisément, à partir de la situation actuelle. En effet, nous avons souligné déjà qu'il importe, avant de créer des sections du niveau de l'Ecole Industrielle Supérieure, que l'Ecole Industrielle Moyenne produise les éléments susceptibles de les peupler. D'autre part, certaines écoles industrielles moyennes délivrent déjà des diplômes de conducteurs et ce serait dévaluer leurs louables efforts que de leur conseiller de revenir en arrière.

Remarquons d'ailleurs que le niveau du troisième degré envisagé par notre projet est susceptible, dans l'avenir, d'être relevé jusqu'à celui que nous souhaitons voir atteindre par les conducteurs, quitte à améliorer la préparation, en approfondissant le programme du deuxième degré, qui s'étalerait sur deux années. En d'autres termes, l'application pure et simple de notre actuel projet ne peut nuire, mais, au contraire, peut être considérée comme un premier pas important vers la formation de conducteurs dignes de ce nom.

V. — ORGANISATION-TYPE

Section de premier degré :

Comprenant deux années d'études et visant deux buts :

La formation professionnelle des ouvriers mineurs de toutes catégories;

La préparation intellectuelle aux études techniques, ainsi que l'éducation civique et morale.

Section de deuxième degré :

Ouverte aux élèves issus du premier degré, comprenant une année d'études et se subdivisant en deux sous-sections, dont les buts seraient respectivement :

5^e année A : la formation technique et morale des ouvriers mineurs proprement dits;

5^e année B : la formation technique et morale des ajusteurs des travaux souterrains.

Section de troisième degré :

Ouverte aux diplômés de la 5^e année A, comprenant une année d'études et visant à la formation technique, intellectuelle et morale des chefs-porions, cette formation comprenant des connaissances sérieuses en mécanique appliquée à la mine.

N. B. — La formation intellectuelle et morale dont il est question ci-dessus se fonderait notamment sur un cours combiné de français et de culture générale, obligatoire à tous les degrés et par conséquent progressif.

VI. — BREVETS DE CAPACITE

La réussite des épreuves des différentes sections et degrés conduirait aux brevets suivants :

Premier degré :

Certificat de capacité professionnelle, constituant une référence pour l'accès aux différents métiers qualifiés de la mine. Cette référence serait d'autant plus sérieuse que la collaboration charbonnage-école se marquerait davantage, notamment par la désignation des élèves, comme apprentis de la mine, au cours de leurs études.

Deuxième degré :

SECTION A : *Diplôme de surveillant-boutefeux*, constituant une référence pour l'accès aux métiers qualifiés de la mine (ajusteurs exclus), spécialement à ceux demandant de la pondération et de l'intelligente initiative, ainsi qu'aux fonctions de surveillants de tailles, surveillants de préparatoires et surveillants-boutefeux;

SECTION B : *Diplôme d'ajusteurs des mines*, conduisant à ce métier, ainsi qu'à des missions de surveillance dans le même domaine.

Troisième degré :

Diplôme de conducteur des mines, constituant une référence pour l'accès aux fonctions de porions et de chefs-porions.

VII. — REPARTITION ET ESPRIT DES COURS**Premier degré :**

1^{re} et 2^e années :

Cours d'exploitation des mines, à caractère professionnel;

Cours d'algèbre, de géométrie-trigonométrie et de physique, préparatoires aux cours techniques des 3^e et 4^e années et se greffant, par le choix des applications, sur le cours d'exploitation susdit;

Cours de dessin de croquis, complémentaire au cours d'exploitation et s'appuyant sur le cours de géométrie;

Cours combiné de français et culture générale.

Deuxième degré :

3^e année A :

Cours d'exploitation des mines, à caractère technique général;

Cours de dessin de croquis, complémentaire à celui d'exploitation;

Prolongement du cours de physique et aussi des cours d'algèbre et de géométrie, dans le cas où le niveau des élèves, au départ, serait faible au point que les deux premières années ne suffiraient pas à leur donner une formation décente en ces matières;

Cours combiné de français et de culture générale, progressif par rapport à celui du premier degré.

3^e année B :

Cours sommaire d'exploitation des mines, destiné à situer les tra-

vau de l'ajusteur dans leur cadre et à montrer la coordination de l'ensemble;

Cours de mécanique et d'électrotechnique, appliquées aux engins de la mine;

Cours de dessin de croquis, complémentaire à celui de mécanique;

Prolongement des cours prétechniques, en commun avec la section A;

Cours de français et culture générale, en commun avec la section A.

Troisième degré :

4^e année :

Cours d'exploitation des mines, orienté spécialement aux points de vue de l'*organisation* (attelée des chantiers, commandes de matériel, surveillance et contrôle du personnel et de la sécurité) et des *travaux spéciaux*, résultant notamment d'accidents divers;

Cours de mécanique et d'électrotechnique appliquée à la mine, dans un sens plutôt descriptif et éventuellement commun avec une partie du même cours fait à la 5^e année B;

Cours de dessin, complémentaire à ces deux cours techniques;

Cours de français et culture générale, progressif par rapport à celui du deuxième degré.

N. B. — Les diplômés de la 5^e année A qui feraient ensuite la 5^e année B jouiraient évidemment de simplifications de programme (cours communs) et réciproquement.

Il en serait de même des élèves de la 4^e année qui auraient acquis au préalable les deux diplômes A et B du deuxième degré.

VIII. — REPARTITION HORAIRE DES COURS

Cycles d'études possibles :

Cycle P : 1^{re} et 2^e années;

Cycle A : 1^{re}, 2^e et 5^e A;

Cycle B : 1^{re}, 2^e et 5^e B;

Cycle B' : 1^{re}, 2^e, 5^e A et 5^e B (ou inversement);

Cycle C : 1^{re}, 2^e, 5^e A et 4^e;

Cycle C' : 1^{re}, 2^e, 5^e A, 5^e B et 4^e.

Tableau des heures nécessaires par cours, par année et par cycle.

Cours	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e A	3 ^e B	4 ^e																			
Exploitation des mines	80	80	200	(a) 20	200																			
Algèbre	40	40	—	—	—																			
Géométrie-trigonométrie	40	40	—	—	—																			
Physique	40	40	20	(b) 20	—																			
Mécanique (principes)	—	—	—	80	(c) 80																			
Idem (réglage, entretien)	—	—	—	80	—																			
Electricité (principes)	—	—	—	20	(c) 20																			
Idem (montage, etc.)	—	—	—	40	—																			
Dessin	80	80	80	100	100																			
Français et culture générale	(d) 40	(d) 40	40	(b) 40	40																			
Totaux par année	320	320	340	400	440																			
Totaux par cycle	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td>P :</td> <td>A :</td> <td>B :</td> <td>C :</td> </tr> <tr> <td>640</td> <td>980</td> <td>1.040</td> <td>1.420</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>B' :</td> <td>C' :</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.500</td> <td>1.640</td> </tr> </table>					}	P :	A :	B :	C :	640	980	1.040	1.420				B' :	C' :				1.500	1.640
}	P :	A :	B :	C :																				
	640	980	1.040	1.420																				
			B' :	C' :																				
			1.500	1.640																				

(a) Cours élagué pour cycles B' et C'.

(b) Cours communs avec la 3^e A et élagués pour cycles B' et C'.

(c) Cours communs avec la 3^e B et élagués pour cycle C'.

(d) Cours éventuellement bisannuel.

SYLLABUS I

EXPLOITATION DES MINES

Premier degré : Cours professionnel.

PREMIERE ANNEE

CHAPITRE I. — L'OUVRIER DANS LA TAILLE

§ 1. — Abatage du charbon. Heures

Description générale (très sommaire) des tailles montantes, chassantes, à gradins renversés et obliques.

Les outils : Usage et entretien quotidien.

La veine : Composition, ouverture, puissance, clivages, pente et direction.

L'abatage : Modes de travail, propreté du charbon, rendement en gros, avancement, poteaux, mesurage . . . 12

§ 2. — Boisage des tailles régulières.

Les terrains encaissants : Toit et mur, grès, schistes divers, dessouaves, cloches, auscultation.

Les éléments du boisage : Essences et dimensions courantes; bèles, boutriaux, semelles, sclimbes, coins, fascines, étançons métalliques.

Constitution du boisage : Différents cas courants de pression et de nature des terrains, en tailles chassantes, montantes, à gradins, obliques.

Exécution du boisage :

Taille des bois, leur pose; moment du boisage;

Précautions, remplacements, renforcements;

Utilisation rationnelle des éléments; gaspillages à éviter. 12

§ 3. — Transport dans les tailles.

Par gravité :

Sur le mur, sur tôles ordinaires, sur tôles émaillées; cas d'emploi suivant la pente;

A reporter . . . 24

	Heures
Report . . .	24
Types de tôles : un bord, deux bords, en demi-lune;	
Montage des tôles et trinquages;	
Pelletage et boutage éventuel;	
Précautions : barrages et leur police, ravoirs, dosses à crochets.	
<i>Couloirs oscillants</i> :	
Principe. Montage et déplacement, sur chaises ou à chaînes;	
Boisage du moteur et du contre-cylindre;	
Signalisation.	
<i>Courroies</i> : Principe, très sommairement (à reprendre à propos des transports en galeries).	
<i>Raclettes et descenseurs</i> : Principe, montage, calage, déplacement.	
<i>Scrapers</i> : Principe, conduite, montage.	
<i>Trémies de chargement</i> :	
Constitution, pose et calage;	
Circulation du personnel	6

§ 4. — Remblayage des tailles.

- Buts* :
- Soutènement et conduite de l'aérage;
 - Conditions d'efficacité : étanchéité, solidité, distance du front;
 - Protection des galeries.
- Terres du chantier* :
- Intercalaires, voies et fausses-voies (sans parler du coupage de celles-ci, à voir plus loin);
 - Montage du remblai : muriaux, culs-de-canon, damiers, bandes en direction.
- Piles de bois* : Constitution, espacement, montage et calage.
- Piles de sacs de terre* : Idem.
- Remblai rapporté* : Transport en taille et montage.
- Remblayage hydraulique* : Principe (à développer suivant circonstances locales).
- Remblayage pneumatique* : Idem.

	Heures
Report . . .	50
<i>Foudroyage du toit :</i>	
Principe; bandes de remblai;	
Piliers démontables, en bois ou en rails; disposition, montage et démontage;	.
Déboisement éventuel, partiel ou total;	
Minage éventuel : creusement des foumeaux . . .	8
§ 5. — Accessoires divers des tailles.	
<i>Tuyauteries à air comprimé :</i> Constitution, suspension, montage et déplacement; flexibles et nipples.	
<i>Bois :</i> Transport en taille et emmagasinement provisoire. . .	2
§ 6. — Difficultés et anomalies d'exploitation.	
<i>Dérangements :</i> Définition, percement, boisage, transport des produits, dans :	
Remontements, renforcements, étrointes, relais de toit ou de mur naturels, relais occasionnés par abatage local d'un faux-toit ou d'un faux-mur, variations de pente et crochons.	
<i>Eboulements localisés :</i>	
Réparation;	
Contournement, stot.	
<i>Croquages :</i> Définition; prévention et stots; sauvetage, remontage.	
<i>Variations de direction :</i> Avancement différent en tête et au pied de taille; particularités de boisage et de transport en taille	6
§ 7. — Préparation des chantiers.	
<i>Principe de la communication initiale.</i>	
<i>Montage à simple voie :</i> Dimensions, abatage, boisage, compartiments, transport, montage des canars.	
<i>Vallée à simple voie :</i> Idem.	
<i>Montage par taille :</i> Idem (non compris le coupage des voies, à voir plus loin).	
<i>Taille-vallée :</i> Idem.	
A reporter . . .	46

	Heures
Report . . .	46
<i>Comparaison sommaire des quatre systèmes.</i>	
<i>Remontage d'une taille chassante, avec et sans stot : Aménagement, boisage, retrouages.</i>	
<i>Remontage d'une taille en dressant :</i>	
Etablissement des gradins successifs;	
Taille oblique	9

CHAPITRE II. — SALUBRITE ET HYGIENE

§ 1. — Quelques notions d'hygiène générale.

La respiration :

L'air et l'oxygène dans les poumons;

Asphyxie par manque d'oxygène;

Asphyxie par gaz toxiques.

Maladies microbiennes :

Définition générique;

Stérilisation;

Désinfection;

Propreté générale.

Empoisonnements 2

§ 2. — L'assainissement des mines.

Principaux gaz des mines :

CH₄, CO₂, CO, H₂S;

Sources, propriétés, dangers;

Décèlement et précautions.

La ventilation :

Buts à atteindre;

Principe du courant d'air, pur, divisé et dirigé, ascensionnel.

Les portes : Constitution, sens d'ouverture, montage et étanchéité; guichets des régulatrices 4

§ 3. — L'éclairage.

Danger des feux nus : lampes à flamme nue, allumettes, filaments incandescents.

A reporter . . . 61

	Heures
Report . . .	61
<i>Lampes à flamme de sécurité :</i>	
Principe et conditions de sécurité;	
Réception et vérification par l'ouvrier;	
Usage et entretien;	
Dangers et précautions;	
Auréoles de grisou (huile et benzine).	
<i>Lampes électriques :</i> Idem, sauf dernière rubrique . . .	2
§ 4. — Maladies et blessures du mineur.	
<i>Maladies professionnelles :</i>	
Ankylostomiasie, emphysème;	
Silicose;	
Précautions.	
<i>Asphyxie :</i> Respiration artificielle.	
<i>Electrocution :</i> Sauvetage et premiers soins.	
<i>Blessures :</i>	
Cartouche de pansement, description et usage;	
Transport d'un blessé;	
Déclaration d'accident et nécessité des soins	2

CHAPITRE III. — LES GALERIES

§ 1. — Définition des principaux types de galeries.		
<i>Voies horizontales en veine :</i> Costresse, troussage, plates, fausses-voies.		
<i>Voies inclinées en veine :</i> Cayats, voies de tailles montantes, vallées, cheminées, trinquantes, ruelles.		
<i>Voies en travers-bancs :</i> Nouveaux plats, nouveaux inclinés et cheminées, tourets, écuries et salles diverses . . .		5
§ 2. — Soutènement des galeries.		
<i>Les roches :</i> Bancs, inclinaison, dureté, pressions, soufflage, dessouaves.		
<i>Éléments du soutènement en bois :</i>		
Essences et dimensions;		
Bèles et bois-d'hourds, étançons et parèles, lambourdes fascines, ventrières, pattes de glenne, contre-fiches.		

A reporter . . . 68

	Heures
Report . . .	68
<i>Cadres de boisage</i> : Constitution et exécution, en bouveaux, costresses, plates et fausses-voies, tant en plateures qu'en dressants; cheminées, cayats et vallées.	
<i>Cadres métalliques</i> : Rigides, Moll, Toussaint; pose, enchaînement, gamissage.	
<i>Revêtements spéciaux</i> :	
Maçonnerie, béton, claveaux, mixtes;	
Cas d'emploi et exécution	12
Total première année . . .	
	80

DEUXIEME ANNEE

§ 3. — Transport dans les galeries horizontales.

Les wagonnets :

- Caisse (forme, contenance, poids);
- Essieux et roues (constitution et graissage);
- Organes d'attelage et de butée (usage);
- Wagonnets spéciaux, à bois, à eau.

La voie :

- Rails, traverses, croisements, aiguilles;
- Pente et ballast;
- Pose des voies et aiguilles, en ligne droite, en courbe, à front des costresses; défauts à éviter;
- Entretien des voies; précautions; remises à rail.

La traction :

- Scloeurs; effet utile, précautions;
- Chevaux : rames, hamachement et attelage, conduite, soins, effet utile;
- Treuil tête et queue : principe, boisage et protection des treuils, leur conduite, manœuvre des rames, signalisation;
- Câbles sans fin : principe, manœuvre des rames, signalisation, précautions;
- Locomotives Diesel : notions de conduite, manœuvre des rames.

Courroies : Principe, montage, conduite, entretien courant,
précautions 15

§ 4. — **Transport dans les galeries inclinées.**

Cayats, voies de tailles montantes, vallées :

Particularités du raillage;

Poulies et freins : pose et usage;

Treuil de vallée : installation;

Attelage : câbles, pattes, visites; chaînes d'attelage et
de sûreté;

Signalisation; circulation du personnel;

Accessoires et précautions : barrières, verrous, niches,
formation des rames.

Cheminées, tant en plateaux qu'en dressants : Comparti-
ments, modes de transport, désancrage.

Tourets et balances :

Équipement et usage; signalisation;

Circulation du personnel 7

§ 5. — **Creusement des galeries.**

Bouveaux :

Forage, disposition et dimensions des fourneaux de
mines et des trous de sonde;

Minage (principes et précautions essentielles) : charge-
ment, amorçage, bourrage, mise à feu;

Chargement des terres et évacuation;

Ciselage du pourtour et de l'aire de voie; pente;

Recoupe des couches à l'outil;

Recoupe des couches à l'ébranlement;

Écoulement des eaux; liviats.

Voies en direction : Même programme (particularités).

Cheminées et cayats : Idem.

Tourets montants ou vallées : Idem 15

§ 6. — **Entretien des galeries.**

Entretien courant :

Propreté de l'aire de voie et des liviats;

A reporter 57

	Heures
Report . . .	37
Renforcement du boisage; passage du wagonnet; hauteur;	
Rebactage.	
<i>Recarrage</i> : Picotage, abatage, chargement, boisage.	
<i>Entretien des tourets.</i>	
<i>Entretien spécial des burguets</i>	5

CHAPITRE IV. — LES PUIITS ET LEURS ABORDS

§ 1. — Aménagement des puits.

Guidonnages :

Divers types en bois et fer;

Disposition et pose.

Cages : Description; usage pour l'extraction; translation du personnel; dangers et précautions.

L'extraction : Quelques notions sur le chevalement, les évite-molettes, les câbles et chaînes.

Echelles : Disposition et installation.

La signalisation : Pose et usage des cordons de sonnette; consignes.

Les accessoires :

Fixation des colonnes à air comprimé et à eau, et des câbles électriques;

Constitution et installation des carrioux et noches.

Les accrochages :

Principaux types : simple, passant, multiple;

Etablissement et soutènement;

Taquets et balances : usage et entretien courant . . . 13

§ 2. — Entretien des puits.

Visite du puits et entretien journalier : Maçonnerie, guidonnage, échelles, cordons de sonnette, taquets, guides rapprochés et taquets de sûreté, carrioux et nochères.

Réparation de panneaux de maçonnerie : Mode opératoire.

A reporter . . . 55.

	Heures
Report . . .	55
<i>Remplacements divers</i> : Guides; cordons de sonnette; carrioux; tuyaux.	
<i>Descente des objets encombrants</i> : Longs bois, poutrelles, rails, moteurs, chevaux, etc.	10
§ 3. — Creusement des puits.	
<i>Disposition d'une avaleresse</i> : Extraction; signalisation; protection; aérage; échelles; exhaure.	
<i>Creusement</i> :	
Forage, disposition et dimension des fourneaux de mine et des trous de sonde;	
Minage : principe et précautions essentielles; chargement, amorçage, bourrage, mise à feu;	
Chargement des terres et évacuation;	
Ciselage et plombs;	
Recoupe des couches et tir d'ébranlement.	
<i>Revêtements provisoires</i> : En bois et en fer; pose et garnissage.	
<i>Revêtement définitif</i> :	
Maçonnerie; béton; claveaux;	
Exécution et protection.	
<i>Equipement</i> : Pose des traverses, guides, paliers d'échelles.	
<i>Construction d'accrochages</i> :	
Particularités du creusement;	
Soutènement et raccord à la tonne du puits	15
Total deuxième année . . .	80

SYLLABUS II

EXPLOITATION DES MINES

Deuxième degré : Cours technique.

TROISIEME ANNEE A

CHAPITRE I. — NOTIONS DE GEOLOGIE

§ 1. — Le gisement houiller.

Allure générale : Coupe Nord-Sud.

Morts-terrains : Epaisseur et caractères.

Terrain houiller : Schéma de la formation; stratification; plissements généraux; massifs 4

§ 2. — Les roches du terrain houiller.

La houille :

Texture; clivages;

Matières volatiles et classification;

Combustion et cendres;

Escaille.

Le schiste :

Terrain de toit et terrain de mur;

Epaisseur et consistance des bancs.

Le grès :

Caractères; cassures;

Eau; grisou et soufflards.

Le psammite : Caractères.

Roches accessoires :

Caractères et gisement;

Sidérose; pyrite; pholélite.

Morts-terrains :

Sable; argile; craie; dièves;

Caractères;

Les boullants.

Foisonnement des roches abattues 6

A reporter 10

	Heures
Report . . .	10
§ 3. — Les éléments tectoniques.	
<i>Allures des couches :</i>	
Plateure, dressant, droit;	
Pendage et allures costresses;	
Crochons.	
<i>Les failles :</i>	
Rejet (sens et grandeur); repérage et mesure;	
Pente et direction;	
Remontements, renforcements, plates-failles, recoute- lages.	
<i>Les puits naturels :</i> Disposition, remplissage, nature aquifère.	5
§ 4. — Les eaux souterraines.	
<i>Notion de nappe aquifère. Nappes des morts-terrains.</i>	
<i>Remplissage des cassures. Infiltrations.</i>	
<i>Pression des eaux</i>	2

CHAPITRE II. — ABATAGE DES ROCHES

§ 1. — Les outils.

Outils à main : Rappel des formes; usage.

Marteau-piqueur :

 Coupe et principe de fonctionnement;

 Usage rationnel; soins et entretien journalier.

Marteau-perforateur :

Idem;

 Les fleurets : taillants (choix et forgeage); diamètre;
 rotation; évacuation des poussières;

 Constitution d'un jeu de fleurets; durée du forage, par
 mètre, en divers terrains.

Aiguilles-coins : Principe et usage.

Perforateurs rotatifs : Idem 4

§ 2. — Les explosifs.

Principes :

 Définition et fonctionnement; puissance;

A reporter . . . 21

	Heures
Report . . .	21
Onde explosive et vitesse de propagation;	
Température des gaz.	
<i>Variétés :</i>	
Déflagrants et Brisants (caractères à l'usage);	
Dynamites et difficilement inflammables (idem);	
Explosifs S.G.P. : sécurité relative; critères; charge limite; gaine Lemaire : principe et constitution; interdiction de dégainer.	
<i>Présentation :</i>	
Poids et dimensions des cartouches;	
Emballage et indications d'origine;	
Numérotation; manipulations.	
<i>Détonateurs électriques :</i>	
Nécessité, principe et constitution;	
Résistance électrique;	
Détos à retard; numéros et échelonnement.	
<i>Exploseurs :</i>	
Principe; courant minimum et temps de passage; puissance;	
Vérifications du fonctionnement.	
<i>Câbles à miner :</i>	
Constitution et isolement; résistance;	
Pose et ligatures; vérification.	
<i>Manipulations et dangers :</i> Explosifs; détonateurs; explo-	
seurs	9

§ 3. — Emploi des explosifs.

<i>Transport et contrôle :</i>	
Dépôt et comptabilité;	
Transport et dépôt au fond : explosifs, détos, explo-	
seurs, câbles à miner, appareils de contrôle.	
<i>Classement des mines :</i>	
Nature grisouteuse des sièges;	
Nature poussiéreuse des chantiers;	
Prescriptions réglementaires sur les variétés d'explosifs à utiliser.	

	Heures
Report . . .	30
<i>Chargement des mines :</i>	
Longueur des foureaux;	
Evaluation de la charge;	
Curage; chargement; amorçage;	
Comptabilité.	
<i>Bourrage des mines :</i> Matière; longueur; exécution . . .	11
§ 4. — Tir des mines.	
<i>Vérifications préalables :</i>	
Atmosphère avant et après chargement;	
Liaison des mines et vérifications du circuit;	
Essayeur de mines; ohmmètre;	
Schéma de tir à retard.	
<i>Le tir :</i>	
Garde des issues et poste de tir;	
Manipulation de l'exploseur et tir sur réseau.	
<i>Retour à front :</i> Vérifications diverses	8
§ 5. — Incidents de minage.	
<i>Raté complet :</i> Prévention et recherche du défaut.	
<i>Raté d'une mine :</i> Prévention; remèdes.	
<i>Explosifs dans les terres :</i> Précautions; évacuation.	
<i>Culots :</i> Prévention; précautions	4

CHAPITRE III. — LA VENTILATION

§ 1. — Buts.

<i>Température des roches :</i> Degré géothermique.	
<i>L'atmosphère des mines :</i>	
Teneur minimum en oxygène;	
Gaz délétères : CH ₄ , CO ₂ , CO, H ₂ S;	
Sources, propriétés, toxicité.	
<i>L'explosibilité du grisou :</i>	
Teneurs;	
Cas de mise à feu.	
<i>L'explosibilité des poussières :</i> Idée de schistification . . .	4
A reporter . . .	57

	Heures
Report . . .	57
§ 2. — Conduite de l'aérage des chantiers.	
<i>Moyens mis en œuvre :</i>	
Les deux puits et le ventilateur;	
Notions de dépression et de débit.	
<i>Principes :</i>	
Division : notion réglementaire d'air vicié;	
Direction : remblais, portes obturatrices;	
Ascensionnel : descente d'air et rabat-vent.	
<i>Réglage :</i> Portes régulatrices	4
§ 3. — Aérage des travaux préparatoires.	
<i>Systèmes :</i>	
Soufflant, aspirant, mixte;	
Cas d'emploi et de prohibition;	
Crossings.	
<i>Ventilateurs-canars et injecteurs :</i> Emploi, montage, emplacement.	
<i>Cas vécus et spéciaux de mises d'aérage</i>	4
§ 4. — Contrôle des courants d'air.	
<i>Débit d'air :</i>	
Cube nécessaire et cube utile;	
Vitesse et section;	
Emploi de l'anémomètre.	
<i>Echantillons d'air :</i> Modes de prélèvement.	
<i>Auscultation à la flamme :</i>	
Auréoles en fonction de la teneur;	
Lampes à benzine et lampes à huile	4

CHAPITRE IV. — EXPLOITATION

§ 1. — Tailles montantes.

Description sommaire (pour mémoire)	2
A reporter . . .	71

Heures

Report . . . 71

§ 2. — **Tailles chassantes.**

Abatage : Conduite du front; processus d'abatage et de soutènement; largeur des havées; enfoncement journalier; havage mécanique.

Transport en taille :

- Tôles fixes; couloirs oscillants;
- Systèmes mixtes; trinquages et déversements;
- Organisation du chargement;
- Raclettes et descenseurs.

Coupage des voies et fausses-voies :

- En toit, en mur, mixte;
- Disposition et dimensions des fourneaux de mines;
- Charge des fourneaux et genre d'explosifs;
- Précautions spéciales du tir des mines (garde des issues, poste de tir, etc.);
- Raillage;
- Soutènement.

Remblayage :

- Conduite du front de remblai;
- Transport du remblai rapporté;
- Technique du foudroyage.

Organisation du chantier : Répartition des postes et du personnel.

Tir à l'ébranlement en chantier :

- Exécution, dimensions et disposition des fourneaux; leur charge;
- Précautions spéciales à ce genre de tir;
- Fausses-voies et cheminées de sauvetage (disposition, entretien, portes) 16

§ 3. — **Exploitation des dressants.**

Gradins droits : Description sommaire (pour mémoire).

Gradins renversés : Même programme (sans redite) que pour les tailles chassantes.

Tailles diagonales : Idem 10

A reporter . . . 97

CHAPITRE V. — CREUSEMENT DES GALERIES**§ 1. — Bouvcaux.***Disposition générale :*

Organisation du travail.

Mise d'aérage.

*Creusement des fourneaux de mines :*Disposition, orientation, dimensions, tant en terrains
plats qu'en terrains droits;

Particularités du tir à retard.

Tir des mines :

Genres d'explosifs; évaluation des charges;

Disposition de la ligne de tir et du poste de tir;

Constitution des circuits de tir (particularités du tir
à retard); garde des issues;Vérifications et précautions, avant, pendant et après
le tir.*Evacuation :*

Chargement des terres;

Raillage et roulage.

Soutènement :

Différents types; comparaison;

Pose et précautions 11

§ 2. — Chassages.

Même programme, en évitant les redites 4

§ 3. — Montages et vallées.

(Tant par tailles qu'à simple voie.)

Même programme, en évitant les redites.

Comparaison des quatre système, et cas d'emploi . . . 8

§ 4. — Bouvcaux inclinés et cheminées.Détails particuliers à ce genre de travaux, pris en montant
ou en descendant 2

A reporter . . . 122

Heures
Report . . . 122

§ 5. — Recoupe de vieux travaux et voies en remblai.

Bains d'eau :

Situation d'après les plans; pression;

Sondages de protection;

Abattement des bains d'eau.

Vieux travaux secs :

Précautions relatives à la présence possible de CH₄
et CO₂;

Détails particuliers au creusement des galeries en rem-
blai 3

§ 6. — Mines à dégagements instantanés.

Particularités d'aérage :

Soufflant; retour libre;

Construction, disposition et sens des trois portes.

*Recoupe des couches par tir d'ébranlement et d'abatage
simultané :*

Trous de sonde : nombre, orientation, longueur;

Couverture : épaisseur et disposition;

Creusement des foumeaux : disposition, longueur,
échelonnement des retards, en terrains droits, en
terrains plats de pied, en terrains plats de tête;

Ebranlement latéral;

Particularités du tir : chambre de tir, absence de per-
sonnel (consignes et signalisation), etc.

Chassages et montages : Minage à l'ébranlement et minage
de coupage de voie.

Précautions de sauvetage :

Chambres-abris;

Canars à trappes;

Remise d'aérage et déblaiement 10

CHAPITRE VI. — TRANSPORTS

§ 1. — La voie.

Les appareils de voies :

Description et pose (revision); pente.

A reporter . . . 135

	Heures
Report . . .	155
<i>Le réseau :</i>	
Disposition des évitements, confluent, etc.;	
Organisation et signalisation	5
§ 2. — Les véhicules.	
Description et caractéristiques des types courants de waggonnets.	
Organisation du graissage.	1
§ 3. — Les moteurs sur voies plates.	
<i>Sclooneurs :</i> Parcours; organisation; effet utile.	
<i>Chevaux :</i>	
Idem;	
Soins à donner aux chevaux;	
Etablissement et entretien des écuries.	
<i>Locomotives :</i>	
Particularités de la voie et section des galeries;	
Aéragé : viciation de l'air; dangers d'explosions; précautions;	
Formation des rames et organisation;	
Signalisation;	
Remise à rails et accidents divers.	
<i>Cordes sans fin :</i>	
Genre de voies et section des galeries;	
Galets de support et de renvoi;	
Disposition du moteur;	
Câbles : diamètres courants, charges de rupture, causes de détérioration, visites, réparations;	
Attelage des rames; signalisation;	
Déraillements et accidents; moyens de les éviter.	
<i>Cordes tête et queue :</i> Même programme, sans redite . . .	8
§ 4. — Voies inclinées.	
<i>Cayats :</i>	
Particularités de la voie et section des galeries;	
Poulies et freins;	

A reporter . . . 147

	Heures
Report . . .	147
Rames et attelages, pattes, chaînes, piquérons;	
Accessoires (barrières, verrous, niches);	
Organisation et signalisation; déraillements et leur pré- vention	
<i>Vallées :</i>	
Même programme;	
Usage des moteurs.	
<i>Cheminées :</i> Disposition; désancrage	5

CHAPITRE VII. — EXTRACTION

§ 1. — Le puits d'extraction.

<i>Revêtement :</i>	
Cuvelages;	
Maçonnerie; béton; claveaux.	
<i>Guidonnages :</i>	
En bois (frontal, latéral, à 5 guides); mains-courantes;	
pose et calage des traverses et guides; gabarit;	
En fer (Briart, frontal); mêmes détails.	
<i>Echelles :</i>	
Longueur, inclinaison, dispositions;	
Paliers, appuis;	
Cloisons.	
<i>Accessoires :</i>	
Carrioux et noches;	
Tuyauteries et câbles électriques	5

§ 2. — Accrochages et recettes.

<i>Disposition :</i>	
Modes d'encagement;	
Contours et balances.	
<i>Taquets :</i>	
A soulèvement;	
A effacement;	
Volants.	

A reporter . . . 157

	Heures
Report	157
<i>Taquets et balances hydrauliques :</i>	
Principe et usage;	
Etablissement des colonnes d'équilibre;	
Entretien journalier et précautions.	
<i>Particularités des guidonnages :</i>	
Aux envoyages principaux, en l'air, à la surface;	
Fonctionnement, précautions.	
<i>Particularités des raillages :</i>	
Organisation des voies;	
Dispositifs de retenue;	
Encagement automatique ou mécanique	6
§ 3. — Engins de la translation.	
<i>Cages :</i>	
Paliers et dispositifs de retenue;	
Garnissage et barrières.	
<i>Chaines et câbles :</i> Quelques notions sur la résistance, la surveillance, l'entretien	4
§ 4. — Organisation de l'extraction.	
<i>Capacité :</i>	
Vitesse de translation; nombre de wagonnets nécessaires; trait plein;	
Temps de manœuvre;	
Cas des envoyages en l'air.	
<i>Signalisation :</i>	
Cordons de sonnette ordinaires et de secours;	
Codes de signaux.	
<i>Translations de personnel :</i>	
Précautions générales et réglementaires;	
Police des envoyages	6
§ 5. — Plates-cuves.	
Construction des plates-cuves complètes et demi-lunes.	
Disposition et cas d'emploi	2
A reporter	
175	

	Heures
Report . . .	175
§ 6. — Creusement des puits.	
Revision du cours professionnel.	
Organisation :	
Treuils et cuffats; abords; planchers;	
Mise d'aérage; particularités du tir des mines; tirs d'ébranlement;	
Précautions générales et réglementaires;	
Avancement journalier, en creusement et en revête- ment	8

CHAPITRE VIII. — EXHAURE

§ 1. — Récolte des eaux.	
<i>Dans les puits; dans les galeries; dans les tailles</i>	2
§ 2. — Burguets.	
<i>Etages.</i>	
<i>Creusement et soutènement.</i>	
<i>Entretien</i>	2
§ 3. — Pompage.	
<i>Siphons : Etablissement et amorçage.</i>	
<i>Petites pompes à air comprimé : Installation et usage.</i>	
<i>Pompes électriques :</i>	
Disposition des salles de pompes;	
Pression et débit;	
Organisation du pompage	3
§ 4. — Serrements.	
<i>Divers modes de construction, suivant les pressions.</i>	
<i>Choix des terrains.</i>	
<i>Tuyauteries de contrôle et d'assèchement éventuel</i>	2

CHAPITRE IX. — SAUVETAGE

§ 1. — Principes généraux.	
<i>Accidents graves :</i>	
Alerte; remonte du personnel;	
A reporter . . .	192

	Heures
Report . . .	192
Service d'ordre et contrôle des lampes; Station de sauvetage.	
<i>Soins aux blessés :</i>	
Respiration artificielle (y compris exercices pratiques); Cartouches de pansement; Transport des blessés.	
<i>Appareils respiratoires :</i>	
Principe de fonctionnement; Usage et précautions	4
§ 2. — Incendies souterrains.	
<i>Coupe-feux; barrages (construction et fermeture)</i>	2
§ 3. — Explosions et dégagements instantanés.	
<i>Rétablissement de l'aérage normal.</i>	
<i>Précautions générales dans la recherche des victimes</i>	2
	200
Total troisième année A . . .	200

SYLLABUS III

EXPLOITATION DES MINES

Cours technique sommaire (pour ajusteurs).

TROISIEME ANNEE B

CHAPITRE I. — EXPLOITATION

§ 1. — Géologie.

<i>Notions de couche; stampe; pente (plateures et dressants); allures costresse; faille; étreinte; crochon</i>	2
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

§ 2. — Mise en exploitation.

<i>Principe de la communication initiale.</i>	
<i>Schémas de chantiers par tailles montantes, chassantes, obliques, en gradins renversés</i>	4

A reporter . . .	6
------------------	---

Heures
Report . . . 6

CHAPITRE II. — AÉRAGE

§ 1. — Aérage primaire.

Principes de la conduite générale de l'aérage.

Dépression et débit.

Lampes de sécurité 2

§ 2. — Aérage secondaire.

Principe des colonnes de canars soufflants, aspirants, mixtes.

Usage et emplacement des ventilateurs auxiliaires . . . 2

CHAPITRE III. — TRANSPORT ET EXTRACTION

§ 1. — Voies de transport.

Organisation, suivant les différents modes de traction . . . 2

§ 2. — Envoyages.

Voies et dispositions d'encagement.

Principe et usage des taquets et balances 2

CHAPITRE IV. — EXHAURE

§ 1. — Récolte des eaux.

Dans les puits, les galeries, les tailles.

Situation des burguets 2

§ 2. — Pompage.

Siphons : Etablissement et amorçage.

Petites pompes à air comprimé : Installation et usage.

Pompes électriques :

Disposition des salles de pompes.

Pression et débit;

Organisation du pompage 2

§ 3. — Serrements.

Divers modes de construction suivant les pressions.

Choix des emplacements et terrains.

Tuyauteries de contrôle et d'assèchement éventuel . . . 2

Total . . . 20

SYLLABUS IV

Electro-mécanique appliquée.

N. B. — Certaines parties de ce cours sont communes à la 3^e B et à la 4^e année; elles sont marquées en marge du signe 3B/4. Les autres, marquées du signe 3B, sont exclusivement destinées à la 3^e année B. Ci-contre sont indiquées en deux colonnes distinctes les heures nécessaires pour la 3^e B d'une part et pour la 4^e année d'autre part. Remarquons que la partie destinée aux élèves de 4^e année représente, pour ceux-ci, un programme minimum. Il serait souhaitable (et c'est l'avis de certaines compétences déjà consultées) que le programme complet pour ajusteurs soit enseigné aux candidats conducteurs.

PREMIERE PARTIE. — MECANIQUE APPLIQUEE

CHAPITRE I. — UN PEU DE TECHNOLOGIE

§ 1. — Notions de résistance des matériaux.

		Heures	
		3 ^e B	4 ^e
3B/4	<i>Elasticité de traction :</i>		
	Allongement proportionnel à la tension;		
	Déformation permanente;		
	Charge de rupture.		
	<i>Notion de coefficient de sécurité.</i>		
	<i>Compression :</i> Charge de rupture et charge à adopter.		
	<i>Cisaillement :</i> Idem.		
	<i>Flexion :</i> Notion physique des fibres tendues et comprimées	5	5
3B	<i>Applications chiffrées</i>	5	

§ 2. — Connaissance des matériaux.

3B/4	<i>Métaux ferreux :</i> Fonte; fer doux; aciers ordinaires, durs, spéciaux.
	<i>Métaux non ferreux :</i> Cuivre; laiton; bronze; plomb; alliages antifricition.

A reporter . . .	10	5
------------------	----	---

		Heures	
		3° B	4°
	Reports	10	5
	<i>Huiles et graisses</i> : Consistance et qualités .		
	<i>Divers</i> , pour joints, bourrages, freins, etc. :		
	amiante, carton, klingerite, caoutchouc,		
	chanvre, étoupe, bois, Ferodo	6	6
3B	<i>Traitements physiques</i> : Ecrouissage, recuit,		
	trempe, cémentation	2	

§ 3. — Le frottement.

3B/4	<i>Echauffement et perte d'énergie.</i>		
	<i>Formule de l'effort de frottement et coefficients f</i>		
	<i>en marche et à l'arrêt; application aux</i>		
	<i>freins</i>	4	4
3B	<i>Réduction des frottements</i> :		
	Usage des métaux antifricition;		
	Roulements à billes;		
	Graissage : pression; fluidité; qualité; fré-		
	quences; organes graisseurs	5	

§ 4. — Les assemblages.

3B/4	<i>Boulons et écrous</i> : Filetages; têtes; serrage, basé		
	sur l'idée physique du travail élastique;		
	calages spéciaux; goupilles, contre-		
	écrous, rondelles Grower, etc.	2	2
3B/4	<i>Engrenages</i> :		
	Rapports des vitesses et des couples;		
	Nombres de dents; sens de rotation.		
	<i>Poulies et courroies</i> :		
	Rapports des vitesses et couples;		
	Sens de rotation	2	2
	<i>Câbles et chaînes</i> :		
	Constitution; résistance;		
	Visites; pattes	3	3
3B	<i>Rivets (principe).</i>		
	<i>Clavelles et coins.</i>		

A reporter	34	22
----------------------	----	----

		Heures	
		3 ^e B	4 ^e
	Reports	34	22
	<i>Manchons et frettes.</i>		
	<i>Accouplements d'arbres et embrayages</i>	4	
	<i>Usage de tous ces assemblages : Montage, réglage,</i> <i>entretien</i>	5	
§ 5. — Les tuyauteries.			
3B/4	<i>Matière, diamètre, épaisseur.</i>		
	<i>Assemblages et joints, de divers types.</i>		
	<i>Réservoirs et purgeurs.</i>		
	<i>Soupapes et robinets</i>	4	4
3B	<i>Montage, réglage, entretien (notamment répara-</i> <i>tion des fuites)</i>	2	

CHAPITRE II. — L'AIR COMPRIME

§ 1. — Le cycle de transport d'énergie.

3B/4	<i>Compression de l'air :</i>		
	Principe du compresseur étagé;		
	Echauffement et réfrigération.		
	<i>Utilisation :</i>		
	Principe de la machine à piston;		
	Réfrigération et limitation de la détente.	6	6

§ 2. — Notions sur les pertes intéressant le constructeur.

3B/4	<i>Pertes à la compression, en chaleur et en frotte-</i> <i>ment.</i>		
	<i>Pertes à l'utilisation, en pression restante et en</i> <i>frottements</i>	1	1

§ 3. — Pertes dans le transport, intéressant le mineur.

3B/4	<i>Pertes de charge :</i>		
	Rappel de la notion théorique;		
	Valeur en fonction de la longueur, du		
	débit et du diamètre;		
	Influence des coudes et changements de		
	section.		

A reporter	—	—
	56	33

		Heures	
		5° B	4°
	Reports	56	55
	<i>Fuites :</i>		
	Perte d'énergie;		
	Aggravation de la perte de charge, par accroissement du débit	1	1
3B	<i>Applications chiffrées :</i>		
	Fuite minimum par mètre périphérique de joint, par km. de tuyauterie, pour les diamètres courants;		
	Importance minimum des fuites dans une mine dont les tuyauteries sont soignées;		
	Idem dans le cas de tuyauteries négligées.	4	
3B/4	<i>Montage des tuyauteries :</i>		
	Choix des diamètres des différents tron- çons; standardisation; longueurs, assem- blages, T, courbes, matériel accessoire;		
	Emplacement des tuyauteries dans les galeries;		
	Défauts à éviter : mauvaises colerettes, diamètres différents, courbes inutiles, courbes mal exécutées, soudures à angle droit, nombre insuffisant de boulons, joints superposés, etc.	3	3

CHAPITRE III. — MACHINES A PISTON

§ 1. — Principe de fonctionnement.

3B/4 *Schéma du cylindre à piston, à simple et à double effet.*

Admission et échappement : Rôle et action des organes de distribution 4 4

§ 2. — Machines à action directe.

3B/4 *Marteaux pneumatiques :*

 Constitution; fleurets et aiguilles;
 Distribution;
 Graissage et entretien courant.

A reporter . . . 68 41

		Heures	
		3 ^e B	4 ^e
	Reports	68	41
	<i>Couloirs oscillants :</i>		
	Idem;		
	Contre-cylindre;		
	Installation et attelage.		
	<i>Pompes à action directe :</i>		
	Idem;		
	Cylindres à eau.		
	<i>Pousseurs et encageurs :</i>		
	Constitution; commandes;		
	Installation; entretien	6	6
3B	<i>Pour chacune de ces machines :</i>		
	Réglage et revisions;		
	Entretien périodique et dépannage; sur-		
	veillance et contrôle (registres); pièces		
	d'usure et réserves; causes diverses		
	d'accidents	6	

§ 3. — Machines à arbre rotatif (treuils).

3B/4	<i>Le système bielle-manivelle (avec et sans crosse).</i>		
	<i>Rôle du volant.</i>		
	<i>Machines polycylindriques : Calage des mani-</i>		
	velles.		
	<i>Installation des treuils; réaction des appuis</i>	4	4
3B	<i>Distribution et changement de marche.</i>		
	<i>Transmission : Trains d'engrenages; embrayages.</i>		
	<i>Réglage, entretien et graissage; surveillance, etc.,</i>		
	<i>comme au § 2.</i>		
	<i>Dépannage</i>	8	

CHAPITRE IV. — MOTEURS TURBINE-AIR

§ 1. — Principe.

3B/4	<i>Schéma d'une turbine; tuyères; roue à ailettes.</i>		
	<i>Principe de fonctionnement; détente.</i>		
	<i>Vitesse et puissance (ordres de grandeur)</i>	2	2
		—	—
	A reporter	94	53

		Heures	
		5° B	4°
	Reports . . .	94	55
§ 2. — Moteurs à action directe (ventilateurs-canars).			
3B/4	Description et principe de fonctionnement. Dépression et débit.		
	Installation	2	2
3B	Réglage; graissage; entretien; dépannage; surveillance et contrôle; pièces d'usure; accidents	2	
§ 3. — Moteurs à réducteurs de vitesse.			
3B/4	Principe et construction des réducteurs; graissage. Principe et construction des utilisateurs : treuils, courroies, raclettes	2	2
3B	Réglage, entretien, dépannage, surveillance, etc.	2	

CHAPITRE V. — APPAREILS DE RETENUE

§ 1. — Freins de poulies et de treuils.			
3B/4	Construction et garniture des principaux types. Freins automatiques à contrepoids :		
	Jeu de leviers; Effort de freinage	2	2
3B	Calcul des contrepoids et leviers	2	
§ 2. — Les verrous, dans les voies et les cages.			
3B	Verrous et corbeaux : Montage correct, réglage, entretien. Etoiles anglaises : Idem. Dispositifs spéciaux pour plans inclinés : Idem. Freins-parallélogrammes : Idem	2	
§ 3. — Les taquets.			
3B/4	Taquets ordinaires, à soulèvement et à effacement. Taquets hydrauliques : Principe et constitution. Balances hydrauliques : Idem; tuyaux d'équilibre et bacs	4	4
		112	63
A reporter . . .			

		Heures	
		3 ^e B	4 ^e
	Reports . . .	112	65
3B	Montage, réglage, graissage, entretien, détannage de ces différents appareils; surveillance et contrôle; pièces d'usure; accidents . . .	4	

CHAPITRE VI. — LES POMPES

§ 1. — Pompes centrifuges.

3B/4	Principe de fonctionnement; amorçage; vitesse; débit. Montage du bâti, de l'aspiration (crépine), du refoulement	5	3
3B	Réglage, entretien et graissage, dépannage (mo- teur exclus)	2	

§ 2. — Siphons.

3B	Etablissement, amorçage, réglage, entretien . . .	2	
----	---------------------------------------------------	---	--

§ 3. — Pompes spéciales.

3B/4	Pompes Mammouth : Principe, montage, réglage, entretien.		
	Pompes noyées : Idem	2	2

CHAPITRE VII. — LOCOMOTIVES DIESEL

§ 1. — Le moteur.

3B/4	Principe de fonctionnement; les quatre temps du cycle; moteurs polycylindriques; volant.	2	2
3B	Calage des manivelles. La distribution : Soupapes, injecteurs, leurs commandes; Réglage et entretien. L'allumage et le démarrage : Idem. Entretien général et graissage du moteur.	8	

§ 2. — La boîte de vitesse.

3B/4	Nécessité de la démultiplication graduée. Principe et commande	2	2
A reporter . . .		137	72

		Heures	
		5 ^e B	4 ^e
	Reports	157	72
3B	Entretien, réglage, graissage	2	
§ 3. — L'embrayage.			
3B/4	Usage, construction et commande	1	1
3B	Réglage et entretien	2	
§ 4. — La commande des roues.			
3B/4	Construction et fonctionnement	1	1
3B	Réglage, entretien, graissage	2	
§ 5. — Les accessoires.			
3B/4	Dangers vis-à-vis du grisou; dispositif d'échappement. Freins, pompes, etc. : Rôle et repérage de ces organes sur les schémas de types courants de locomotives	4	4
3B	Commande, entretien, réglage des différents accessoires	4	

CHAPITRE VIII. — VENTILATEURS SOUTERRAINS

§ 1. — L'aérex.			
3B/4	Description et principe	2	2
§ 2. — Montage et réglage.			
3B	2	
§ 3. — Entretien.			
3B	Graissage, dépannage courant	5	
		160	80
Totaux mécanique appliquée			

DEUXIEME PARTIE. — ELECTROTECHNIQUE

CHAPITRE I. — GENERALITES

§ 1. — Courant continu.			
3B/4	Revision des notions de tension, courant, travail, puissance.		

		Heures	
		3 ^e B	4 ^e
	<i>Câble électrique à deux conducteurs et principe des circuits (en prenant pour exemple l'éclairage)</i>	2	2
§ 2. — L'alternatif.			
3B/4	<i>Variation périodique de tension; tension sinusoïdale.</i>		
	<i>Effet sur résistance : Variation périodique de courant.</i>		
	<i>Tension et courant maxima et efficaces.</i>		
	<i>Principe de la distribution triphasée, avec et sans neutre</i>	4	4
§ 3. — L'induction magnétique.			
3B	<i>Expérience du solénoïde créant un flux magnétique.</i>		
	<i>Proportionnalité du flux et des ampères-tours.</i>		
	<i>Pernéabilité magnétique</i>	4	
§ 4. — L'induction électromagnétique.			
3B	<i>F.é.m. induite par variation de flux dans une spire.</i>		
	<i>Cas du flux variable.</i>		
	<i>Cas du mouvement du conducteur dans un flux constant</i>		2
§ 5. — La self.			
3B	<i>Principe.</i>		
	<i>Décalage du courant sur la tension sinusoïdale.</i>		
	<i>Notion de $\cos \varphi$ et puissance monophasée</i>		4
§ 6. — Le triphasé.			
3B	<i>Câblages en triangle et en étoile; tensions et courants par phase et en ligne</i>	5	
	<i>Puissance triphasée</i>	5	
		22	6
A reporter		22	6

	Heures	
	3 ^e B	4 ^e
Reports	22	6

CHAPITRE II. — LES MACHINES USUELLES

§ 1. — Moteur asynchrone.

3B	Principe approximatif de fonctionnement.	
	Montage et sens de marche.	
	Démarrage et mise en c.c. du rotor.	
	Entretien et graissage	4

§ 2. — Transformateur.

3B	Usage et principe de fonctionnement.	
	Construction (aspect extérieur) et bornes.	
	Montage et entretien; niveau d'huile	4

CHAPITRE III. — APPAREILLAGE ET ECLAIRAGE

§ 1. — Les interrupteurs.

3B	Câblage des interrupteurs mono-, bi-, tri-, tétra-	
	polaires.	
	Sectionneurs : Montage et manœuvre.	
	Disjoncteurs : Principe d'utilisation, câblage et	
	manœuvre.	
	Fusibles : Idem	6

§ 2. — Les démarreurs.

3B	Montage des controllers et résistances.	
	Montage des démarreurs étoile-triangle	4

§ 3. — Appareils de mesure.

3B	Voltmètres : Câblage et compréhension des lec-	
	tures.	
	Ampèremètres : Idem	2

§ 4. — Les réseaux de distribution.

3B/4	Constitution des câbles.	
	Pose et manipulations; boîtes de jonction et de	
	dérivation.	

A reporter	—	—
	42	6

		Heures	
		3 ^e B	4 ^e
	Reports	42	6
	<i>Armoires de sous-station.</i>		
	Mise à la terre	5	5
§ 5. — Eclairage.			
3B/4	<i>Tension réglementaire.</i>		
	<i>Ampoules à filaments; à vapeur de mercure; à sodium.</i>		
	<i>Sockets, globes et treillis protecteurs.</i>		
	<i>Types d'interrupteurs.</i>		
	<i>Constitution des câbles</i>	2	2
3B	<i>Etablissement des circuits, montage, entretien, dépannage</i>	2	

CHAPITRE IV. — DANGERS ET PRECAUTIONS

§ 1. — Dangers généraux.

3B/4	<i>Electrocution :</i>		
	Précautions générales et réglementaires;		
	Exécution des mises à la terre;		
	Sauvetage et premiers soins.		
	<i>Coups de feu de c.c. : Causes et précautions; réparation.</i>		
	<i>Incendies, notamment par démarrages défectueux.</i>	4	4

§ 2. — Dans la mine.

3B/4	<i>Danger des étincelles électriques vis-à-vis du grisou.</i>		
	<i>Précautions spéciales aux câbles.</i>		
	<i>Appareils de sécurité :</i>		
	Cas d'emploi et principe de la reconnaissance;		
	Herméticité; ventilation par empilages; fermetures spéciales	5	3
3B	<i>Principes généraux relatifs au montage et démontage des appareils de sécurité vis-à-vis du grisou</i>	2	
Totaux électrotechnique		60	20

SYLLABUS V
EXPLOITATION DES MINES

Troisième degré : Cours pour conducteurs

QUATRIÈME ANNÉE

CHAPITRE I. — L'AÉRAGE

§ 1. — Buts.

Revision détaillée sur les gaz des mines, leurs sources, leurs dangers, leur détection; température des roches.

Notions sur les cubes d'air nécessaires, en proportion de la production, des venues de grisou, de la température.

2

§ 2. — Conduite de l'aérage.

Classement réglementaire des mines, par siège.

Définition du chantier; commentaires, par exemples vécus, des prescriptions réglementaires relatives à la conduite de l'aérage (notamment art. 19, 26bis, 27, 32, 32bis).

Réglage des courants d'air : Revision de la notion de dépression et de débit; pertes de charge; influence de la section, des coudes et changements de section; applications à des cas d'espèce (recarrages, ruptures de tournants, portes régulatrices).

Utilisation de l'aérage; pertes; remèdes.

Construction et disposition des portes obturatrices.

Construction et disposition des crossings.

Aérage des travaux préparatoires : Exercices de mises d'aérage; disposition des ventilateurs-canars.

10

§ 3. — Ventilateurs souterrains.

Installation; contours.

Réglage de la ventilation; précautions contre les repassages.

4

§ 4. — Contrôle des courants d'air.

Usage de l'anémomètre (et exercices pratiques).

Tableau de l'aérage par chantier et moyennes unitaires.

Mesures par différence.

A reporter . . . 16

	Heures
Report	16
<i>Principe et usage du déprimomètre.</i>	
<i>Recherche et obturation des fuites</i>	6
 § 5. — La schistification.	
<i>Rappel du danger explosif des poussières; degré de danger.</i>	
<i>Principe de la schistification.</i>	
<i>Réalisation et contrôle</i>	2
 CHAPITRE II. — EXPLOITATION ET TRANSPORT	
 § 1. — Le chantier.	
<i>Définition et délimitation.</i>	
<i>Choix de la méthode d'exploitation et organisation.</i>	
<i>Passage des failles, dérangements, crochons (difficultés vécues).</i>	
<i>Attelée journalière et organisation du travail par poste :</i>	
<i>Commande de bois et de matériel</i>	8
 § 2. — Transports principaux.	
<i>Organisation.</i>	
<i>Exemples de difficultés et remèdes; pente et section des galeries.</i>	
<i>Attelée journalière et commandes de matériel de voies</i>	10
 § 3. — Travaux préparatoires.	
<i>Exemples de difficultés spéciales, dues à des particularités de gisement.</i>	
<i>Organisation, attelée journalière, commandes de bois et de matériel.</i>	
<i>Idem dans le cas de tirs à l'ébranlement</i>	8
 § 4. — Service des puits.	
<i>Organisation et attelée de l'extraction.</i>	
<i>Idem de l'entretien journalier.</i>	
<i>Idem des réparation périodiques des puits et des engins</i>	2
 A reporter	<hr style="width: 10%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 52

	Heures
Report	52
§ 5. — Réparation des galeries.	
<i>Recarrages et rebactagegs; organisation.</i>	
<i>Réparation d'éboulements : Cas d'espèce, organisation.</i>	
<i>Attelée journalière et commandes de matériaux</i>	4
§ 6. — Récapitulation.	
<i>Organisation et attelée journalière d'un siège : Exercices,</i>	
<i>y compris commandes de matériel</i>	6

CHAPITRE III. — LES PUITES

§ 1. — Avaleresses.

Principe des procédés de creusement par congélation, sous stot, en montant et notions d'organisation.

Avaleresse normale :

Exécution des plates-cuves;

Treuil et dispositif d'évacuation;

Planchers de protection et de manœuvre;

Mise d'aérage;

Les plombs;

Exhaure.

Organisation : Attelée journalière et commandes, tant en passe de creusement qu'en passe de revêtement 20

§ 2. — Cuvelages.

Constitution et dimensions; pose.

Joints et trousses.

Entretien et réparations.

Technique des injections de ciment 6

§ 3. — Maçonneries (briques, béton ou claveaux).

Organisation des réparations : Attelée et commandes 6

§ 4. — Eboulements et recarrages de puits.

Description d'exemples vécus.

En dégager les principes :

de la visite préalable;

A reporter 94

	Heures
Report	94
de l'exécution du soutènement provisoire; de l'exécution du revêtement définitif.	
Organisation, attelée, commandes de matériel	8
§ 5. — Equipement.	
<i>Guidonnages, échelles, tuyaux, câbles électriques, carrioux et noches.</i>	
Montage, entretien, remplacement : Organisation, attelée, commandes	6

CHAPITRE IV. — LES CATASTROPHES

§ 1. — Incendies souterrains.

Description de cas vécus. Mesures préventives.

Principes du sauvetage :

Remonte du personnel, rétablissement de l'aérage, visites et précautions;

Lutte par abatage du foyer;

Lutte par arrosage : sens; amenée de l'eau, pression et débit;

Lutte par étouffement : disposition des barrages; construction (croquis); attelée; fermeture;

Ennoiement partiel : conduite des eaux; serremments de retenue.

Réouverture des travaux incendiés : Précautions, surveillance, contrôle de l'atmosphère, moyens de fuite 12

§ 2. — Dégagements instantanés.

Précautions préalables :

Chambres-abri; emplacement, construction;

Canars à clapets;

Soutènement renforcé;

Technique du tir à l'ébranlement.

Sauvetage :

Cas vécus avec et sans victime;

Organisation et attelée 12

A reporter . . . 132

Heures

Report . . . 132

§ 3. — Coups de grisou et de poussières.

Cas vécus et principes généraux du sauvetage : Remonte du personnel, rétablissement de l'aérage, précautions de visite et dégagement des victimes.

Cas de foyer d'incendie 4

§ 4. — Coups d'eau.

Abatage des bains d'eau : Sondages, évacuation, serremments.

Organisation et attelée.

Dénoyages en descendant 8

CHAPITRE V. — NIVELLEMENT

§ 1. — Notions de topographie générale.

Forme de la terre et orientation (Nord vrai et Nord magnétique).

Carte géographique :

Longitude et latitude;

Echelle;

Coordonnées;

Lecture de la carte au 1/40.000 4

§ 2. — Généralités sur les plans de mines.

Orientation, échelle, quadrillage.

Relation avec les plans de surface (bâtiments, limites).

Principe de la projection horizontale et de la projection verticale éventuelle (dressants).

Cotes de niveau et leur origine.

Coupes : Principe, échelle, orientation 6

§ 3. — Lever des plans de mines.

Principe du cheminement :

Décomposition en tronçons rectilignes; matérialisation des alignements; mesures d'angles, de longueurs, de pentes; bases d'orientation.

Tenue du carnet de nivellement : Notions 4

A reporter . . . 158

	Heures
Report . . .	158
 § 4. — Report au plan.	
<i>Azimuth et gisement.</i>	
<i>Le rapporteur.</i>	
<i>Réduction des longueurs à l'horizontale.</i>	
<i>Calcul des cotes de niveau</i>	6
 § 5. — Les instruments.	
<i>La lunette et l'alidade : Notion d'axe de visée.</i>	
<i>Le théodolite :</i>	
Principe et graduations;	
Mise en station;	
Mesure des angles et des pentes;	
Tenue du carnet.	
<i>La boussole :</i>	
Principe et graduation;	
Influence du fer;	
Déclinaison magnétique : sens des corrections;	
Mise en station;	
Orientation par base sans fer;	
Mesures d'angles (coups d'avant et d'arrière);	
Tenue du carnet et notion des calculs.	
<i>La chaîne et le ruban d'acier :</i>	
Description;	
Usage;	
Précautions	20
 § 6. — Lecture des plans.	
<i>Pendages, allures costresse, lignes de crochons et de failles.</i>	
<i>Exécution des coupes.</i>	
<i>Calcul des pentes par les cotes.</i>	
<i>Problèmes de percement : Direction, pente, longueur de</i> <i>montages, bouveaux, voies à courroies.</i>	
<i>Mise de direction et de pente au fond :</i>	
à la boussole;	
au théodolite	16
Total cours pour conducteurs . . .	200

SYLLABUS VI

COURS DE DESSIN

Degré inférieur : Application du cours professionnel
et du cours de géométrie

N. B. — Nous donnons successivement les applications géométriques et celles du cours d'exploitation, restant entendu qu'elles doivent être alternées et combinées suivant le degré d'avancement des élèves.

PREMIERE ANNEE

Dessin géométrique.

<i>Principes essentiels du dessin : Vue en plan, coupe, lignes de rappel, échelle.</i>	
<i>Traits conventionnels.</i>	
<i>Tracé des angles.</i>	
<i>Tracé des parallèles et perpendiculaires</i>	10
<i>Tracé des triangles quelconques, rectangles, isocèles, équilatéraux</i>	6
<i>Tracé des rectangles, parallélogrammes, trapèzes</i>	4
	Total
	20

Exploitation des mines.

<i>Vue en plan d'un chantier simple</i>	4
<i>Outils à main. Fleuret correctement forgé</i>	6
<i>Gisement : Composition d'une couche, pente, crochon, dérangements divers (à l'échelle)</i>	8
<i>Boisage d'une havée : Taille régulière, crochons, dérangements</i>	12
<i>Transport : Couloirs, tuyauteries, boisage d'un moteur</i>	6
<i>Remblais, piliers de bois, piliers de foudroyage</i>	4
<i>Croquis de montages et vallées en creusement</i>	12
<i>Accidents par éboulement</i>	6
<i>Lever d'un front de taille</i>	2
	Total première année
	80

DEUXIEME ANNEE

Dessin géométrique.

<i>Les projections et application aux polyèdres simples . . .</i>	6
<i>Cercle, tangentes, couronne circulaire :</i>	
Leur tracé;	
Leurs projections.	
<i>Projections du cylindre et de la sphère (pleins et creux) .</i>	8
<i>Tracé des polygones réguliers.</i>	
<i>Projections des prismes</i>	8
<i>Résolution graphique de problèmes trigonométriques . .</i>	8
	<hr/>
Total . .	30

Exploitation des mines.

<i>Soutènement des galeries (un cadre des différents types, assemblages); portes régulatrices et obturatrices . .</i>	12
<i>Croquis d'un wagonnet, de voies et appareils de voie, stations de chargement</i>	8
<i>Cayats : Voies et accessoires</i>	4
<i>Relevé de terrains en bouveau normal aux bancs (coupe).</i>	4
<i>Schémas de minage</i>	4
<i>Croquis de recarrages</i>	4
<i>Guidonnages, échelles, carrious, moyens de fixation.</i>	
<i>Revêtement provisoire et définitif d'avaleresse.</i>	
<i>Planchers de protection et de travail</i>	14
	<hr/>
Total deuxième année . .	80

Deuxième degré : Applications des cours techniques

TROISIEME ANNEE A

Exploitation des mines.

<i>Coupe d'un gisement; coupe d'un puits; coupe développée d'un puits et d'un bouveau; coupe d'un montage.</i>	
<i>Failles et leur recoupe; divers dérangements</i>	22
<i>Croquis de construction et de montage de portes</i>	2
	<hr/>
A reporter . .	24

	Heures
Report	24
<i>Croquis de chantiers, lever des fronts, schémas de minage à l'ébranlement</i>	6
<i>Bouveaux, chassages, montages, vallées : Schémas de mise d'aérage; équipement et fronts en plan et coupes; schémas de minages instantané, à retard, à l'ébranlement</i>	14
<i>Réseau de transport</i>	4
<i>Puits : Revêtement; guidonnages; échelles; plates-cuves; noches et carrioux; disposition des accrochages, leur soutènement avec raccord à la tonne du puits</i>	18
<i>Avaleresse : Disposition de creusement; revêtements; mise d'aérage; schémas de minage (creusement et ébranlement)</i>	8
<i>Burquets, serremments, barrages</i>	6
Total troisième année A	80

TROISIEME ANNEE B

Mécanique appliquée.

<i>Tuyauteries à air comprimé : Schémas d'ensemble; détails de courbes, coudes, boulons et assemblages, ajutages et nipples, soupapes et robinets</i>	16
<i>Tuyauteries à eau : Détails particuliers; crépines</i>	6
<i>Moteurs à piston :</i>	
Croquis de démontage et d'assemblage;	
Croquis de pièces à remplacer ou à réparer fréquemment	24
<i>Moteurs turbine-air : Idem</i>	6
<i>Poulies et freins, verrous, étoiles, etc. : Idem</i>	10
<i>Taquets et balances : Idem</i>	14
<i>Locomotives Diesel : Idem</i>	24
Total troisième année B	100

Troisième degré : Applications des cours d'exploitation et de mécanique

QUATRIEME ANNEE

Exploitation des mines.

Plans d'aérage avec portes régulatrices et obturatrices.

Aérage des préparatoires : Schémas, montage des canars et ventilateurs, canars spéciaux à trappes et clapets 8

Passage de dérangements en tailles et préparatoires.

Relevés de terrains en préparatoires et avaleresses.

Croquis de fronts, d'éboulements, de stots 16

Recarrages et éboulements massifs 6

Ecuries 2

Avaleresses : Disposition; plates-cuves; planchers; corps de membre; appareils de maçonnerie 10

Puits :

Pièces de guidonnage (croquis de montage);

Carrioux et noches (commandes);

Eboulements, réparation; recarrages 10

Barrages d'incendie, serrements et plates-cuves aux eaux :

Schémas d'ensemble et croquis d'exécution 8

Nivellement :

Coupes et exercices de lecture des plans 12

Remise au plan d'un nivellement simple 8

Problème de percement 8

Total 88

Mécanique.

Schémas de tuyauteries à air comprimé et à eau et de distribution électrique 4

Croquis de pièces courantes et assemblages de tuyauteries. 4

Installation de treuils, courroies, raclettes, etc. 4

Total quatrième année 100

SYLLABUS VII

Arithmétique - Algèbre

PREMIERE ANNEE

CHAPITRE I. — PASSAGE DE L'ARITHMETIQUE
A L'ALGEBRE

§ 1. — Notion de formule,

c'est-à-dire d'égalité littérale, se vérifiant toujours.
Introduire la notion par quelques exemples simples, relatifs
à la mine (volume déhouillé, surface, foisonnement,
rendement, salaires, etc.) 4

§ 2. — Usage des formules.

Reprendre les mêmes exemples que ci-dessus, en chan-
geant d'inconnues, de manière à montrer la réver-
sibilité des formules, c'est-à-dire le principe de la
résolution des équations 4

§ 3. — Les polynomes.

Définition et signe des termes.
Addition et soustraction des polynomes 4

CHAPITRE II. — CALCUL ALGEBRIQUE

§ 1. — Equation de polynomes.

Passage d'un terme d'un membre dans l'autre.
Corollaires :
Simplification des équations;
Définition du nombre négatif 2

§ 2. — Multiplication algébrique.

Nombre par nombre; inversion des facteurs; carré.
Produit de plusieurs nombres; inversion; exposants entiers.
Produit par produit; addition des exposants.
Polynome par nombre simple ou exponentiel; par produit.
Polynome par polynome.

A reporter . . . 14

	Heures
Report	14
Produits remarquables :	
Carré d'une somme algébrique;	
Différence de deux carrés	10
§ 3. — Division algébrique.	
Passage (par des exemples) de la forme fractionnaire arithmétique à la forme fractionnaire algébrique.	
Division par un nombre : d'un nombre; d'un produit; d'une fraction; d'un polynome.	
Inversion d'un nombre, d'un produit, d'un polynome, d'une fraction.	
Multiplication d'une fraction : par un nombre, par un produit, par une fraction, par un polynome.	
Division d'une fraction : idem.	
Division par une fraction (multiplication par l'inverse).	
Simplification des fractions algébriques.	
Addition et soustraction des fractions algébriques	16
Total première année	40

DEUXIEME ANNEE

CHAPITRE III. — LES PROPORTIONS

§ 1. — Définition et propriétés fondamentales.

Multiplication des deux membres par un même nombre quelconque.	
Égalité des produits des extrêmes et des moyens.	
Interversion des extrêmes; interversion des moyens.	
Généralisation : Passage d'un facteur quelconque d'un membre dans l'autre	8

§ 2. — Propriétés particulières.

Somme et différence des antécédents, à l'un d'eux.	
Idem des deux premiers facteurs, à l'un d'eux.	
Somme des antécédents, à leur différence.	
Somme des deux premiers facteurs, à leur différence	6
A reporter	14

Heures
Report . . . 14

CHAPITRE IV. — EQUATIONS DU PREMIER DEGRE

§ 1. — De la mise en évidence.

Principe, déduit de la multiplication du polynome.

Nombreux exercices 4

§ 2. — Equation à une inconnue.

Résolution de la forme générale $\frac{a \cdot x}{b} = \frac{c}{d}$.

Nombreux exercices, tendant à ramener les équations à cette forme générale et à les résoudre 6

§ 3. — Systèmes d'équations.

Système de deux équations à deux inconnues : Résolution par élimination de l'une d'elles.

Généralisation aux systèmes de trois équations à trois inconnues (*) 8

CHAPITRE V. — EQUATIONS DU SECOND DEGRE

§ 1. — Equations simplifiées.

Résolution de l'équation sans terme en x .

Idem sans terme indépendant 4

§ 2. — Equation de la forme générale (*).

Formule des solutions (cas des imaginaires exclus).

Applications 2

§ 3. — Systèmes d'équations (*).

Quelques applications de systèmes de deux équations, dont l'une du premier degré 2

Total deuxième année . . . 40

(*) § à ne développer que si le niveau des élèves le permet.

SYLLABUS VIII

Géométrie - Trigonométrie

PREMIERE ANNEE

CHAPITRE I. — LES ELEMENTS GEOMETRIQUES

§ 1. — Le plan, la droite, le point.

Définition sensible du plan et de la droite (exemples).

Leur caractère illimité.

La droite est l'intersection de deux plans.

Définition du point par percée d'un plan ou recoupement
de droites 2

§ 2. — Le segment de droite.

Définition et limites.

Mesure des longueurs; unité; multiples et sous-multiples . 2

§ 3. — Les angles.

Définition géométrique de l'angle.

Angles supplémentaires.

La perpendiculaire; l'angle droit; les angles complémentaires.

Mesure des angles; degré et sous-multiples : Le rapporteur.

Les parallèles :

Définition;

Intersection par une droite : angles égaux;

Perpendiculaires communes 4

§ 4. — Les surfaces.

Notion physique : Le carré.

Mesure de surface : Unité, multiples et sous-multiples . . 4

§ 5. — Les volumes.

Notion physique : Le cube.

Mesure des volumes : Unité, multiples et sous-multiples.

Unités de capacité; rapport avec les unités de volume . . 6

A reporter 18

Report Heures
 18

CHAPITRE II. — LES POLYGONES

§ 1. — Le triangle.

Définition.
 Somme des angles.
 Cas d'égalité des triangles
 Cas de similitude des triangles et propriétés.
 Propriétés spéciales essentielles des triangles isocèles, équi-
 latéraux, rectangles 10

§ 2. — Les quadrilatères.

Définition
 Somme des angles.
 Le parallélogramme : Egalité des côtés opposés et des angles
 opposés; le rectangle; le carré; le losange.
 Le trapèze :
 Définition et exemples;
 Propriétés du trapèze isocèle 5

§ 3. — Surface des polygones.

Surface du rectangle, du parallélogramme, du triangle, du
 trapèze.
 Théorème du carré de l'hypothénuse 7

 Total première année 40

DEUXIEME ANNEE

CHAPITRE III. — LES POLYEDRES

§ 1. — Angles dans l'espace.

Notion et mesure :
 de l'angle-dièdre;
 de l'angle d'un plan et d'une droite.
 Définition des plans parallèles et propriétés fondamentales. 2

 A reporter 2

	Heures
Report	2
§ 2. — Le cube.	
Définition, volume, surface latérale	1
§ 3. — Le parallépipède rectangle.	
Idem	2
§ 4. — Le prisme droit.	
Idem	2

CHAPITRE IV. — LE CERCLE

§ 1. — Figure géométrique.

La circonférence :

Définition et tracé;

Rayon et diamètre.

Arc, corde, flèche, segment.

Angle au centre et angle inscrit.

Mesure des arcs en degrés et sous-multiples

5

§ 2. — Le nombre π .

Longueur de la circonférence; longueur des arcs.

Surface du cercle; surface du secteur.

Surface de la couronne circulaire

4

§ 3. — Les tangentes.

Définition et propriété fondamentale; tracé

2

CHAPITRE V. — LES VOLUMES DE REVOLUTION

§ 1. — Le cylindre.

Définition, volume, surface latérale.

Volume du cylindre creux

4

§ 2. — La sphère.

Définition et volume; sphère creuse

4

A reporter

24

	Heures
Report	24

CHAPITRE VI. — POLYGONES REGULIERS

§ 1. — L'hexagone.	
Construction, décomposition, surface	2
§ 2. — L'octogone.	
Construction et décomposition	1

CHAPITRE VII. — TRIGONOMETRIE

§ 1. — Sinus et cosinus.	
Définition, dans le triangle-rectangle (angles aigus).	
Somme des carrés.	
Sin. et cos. des angles complémentaires.	
Résolution des triangles-rectangles par sin. et cos. et usage des tables.	
Au cours de ces exposés, mettre constamment en lumière le caractère abstrait des lignes trigonométriques	
6	
§ 2. — Tangente et cotangente.	
Définition.	
Résolution des triangles-rectangles par tg. et ctg.	
4	
§ 3. — Angles quelconques.	
Définition des lignes trigonométriques des angles plus grands que 90°, dans le diagramme circulaire.	
Equivalence avec celles du premier quadrant et conventions de signes	
5	
Total deuxième année	
40	

Complément.

Si le niveau des élèves permet d'activer les exposés, continuer par :
 Sin. et cos. de la somme et de la différence de deux angles.
 Triangle quelconque : Rapport des sin. aux côtés opposés et application à quelques cas de résolution.

SYLLABUS IX

Physique

PREMIERE ANNEE

CHAPITRE I. — LA MATIERE

§ 1. — Aspects de la matière.

Les trois états : Solide, liquide, gazeux; exemples simples de passage de l'un à l'autre.

Texture : Fibreuse (bois); cristalline (roches); homogène (métaux); hétérogène (béton) 2

§ 2. — Notions de chimie.

Principe de la constitution moléculaire de la matière.

Les corps simples et les atomes : Oxygène, azote, hydrogène, carbone, soufre, métaux en général.

Principe de la combinaison (H_2O , CO_2 et CO , CH_4 , H_2S). différence de combinaison et mélange (air et CH_4 par exemple).

La combustion :

Combinaison de l'oxygène;

Hydrogène, carbone, méthane, métaux.

Principe de la prise du ciment 14

CHAPITRE II. — CINEMATIQUE

§ 1. — Les caractères physiques du mouvement.

Trajectoire; espace parcouru; temps et sa mesure.

Définition de la vitesse; unités de mesure; équation dimensionnelle 2

§ 2. — Le mouvement uniforme, rectiligne.

$$e = v \cdot t.$$

Applications, notamment à des problèmes de transport 4

A reporter 22

	Heures
Report	22
§ 3. — L'accélération.	
Définition, mesure, équation dimensionnelle.	
Mouvement uniformément accéléré et retardé	4
§ 4. — Notion de vitesse relative.	
Exemple : Croisement des cages dans un puits	2
§ 5. — Mouvement de rotation.	
Mouvement uniforme; notion de vitesse angulaire; sa mesure (unité et équation dimensionnelle); relation avec le nombre de tours par minute	4

CHAPITRE III. — STATIQUE

§ 1. — Notion de force.	
Définition physique.	
Point d'application; direction; sens; grandeur.	
Représentation vectorielle	2
§ 2. — La pesanteur.	
Assimilation physique du poids à une force.	
Mesure des forces : Le kilogramme rattaché au système métrique.	
Poids spécifique	2
§ 3. — Composition et décomposition des forces.	
Forces concourantes.	
Forces parallèles	4
Total première année	40

DEUXIEME ANNEE

§ 4. — L'équilibre.	
Égalité de l'action et de la réaction, en cas d'équilibre.	
Notion de couple; mesure et équation dimensionnelle.	
Équilibre du levier et réaction du point d'appui.	
Balances et bascules (principe physique)	7
A reporter	7

	Heures
Report . . .	7
§ 5. — Centre de gravité.	
Définition.	
Recherche expérimentale du c. g. des surfaces et détermination graphique, pour les formes géométriques simples.	
Recherche du centre de gravité des volumes géométriquement simples	
	4

CHAPITRE IV. — DYNAMIQUE

§ 1. — Loi générale.	
Principe d'inertie.	
Loi générale de la dynamique.	
Notion physique de masse	
	2
§ 2. — Chute des corps.	
Application de la loi générale; valeur de g .	
Mesure de la masse; unités et équation dimensionnelle.	
Vitesse et espace parcouru en fonction du temps	
	5
§ 3. — Force centrifuge.	
Définition physique.	
Grandeur et équation dimensionnelle	
	5
§ 4. — Travail et puissance.	
Définition, mesure, équation dimensionnelle.	
Cas du mouvement de rotation	
	4

CHAPITRE V. — FORCES PARTICULIERES

§ 1. — Elasticité.	
Proportionnalité de l'effort et de la déformation.	
Limite élastique (cas des ressorts).	
Notion de charge de rupture.	
Disposition des tensions dans les cas de traction, compression, flexion, flambage (notions physiques, sans calcul)	
	4
A reporter . . .	
	27

	Heures
	Report 27
§ 2. — Le frottement.	
Proportionnalité de la force de frottement à la force normale.	
Coefficients de frottement, à l'arrêt et en marche.	
Energie de frottement et équilibre dynamique	2

CHAPITRE VI. — STATIQUE DES FLUIDES

§ 1. — Pression des liquides.	
Poids de liquide sur le fond d'une cuvette; poids par unité de surface.	
Répartition de la pression en tous sens (Pascal).	
Mesure de la pression; unités et équation dimensionnelle	2
§ 2. — Principe d'Archimède.	
Son application aux corps flottants	2
§ 3. — Vases communicants.	
Principe; application aux niveaux et nivelles.	
Nappes aquifères et puits artésiens	2
§ 4. — Pression des gaz.	
Extrapolation des principes ci-dessus.	
Pression atmosphérique et baromètres.	
Notion de dépression et déprimomètre	3

CHAPITRE VII. — DYNAMIQUE DES FLUIDES

Principe de l'écoulement : Vitesse et débit; pression motrice.	
Notion physique de perte de charge	2
	<hr style="width: 10%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
Total deuxième année	40

TROISIEME ANNEE

CHAPITRE VIII. — LA CHALEUR

§ 1. — La température.

Dilatation linéaire et cubique des solides, des liquides.

Thermométrie et température absolue.

Cas des gaz : $p \cdot v = R \cdot T$ 5

§ 2. — Quantité de chaleur.

Élévation de température de 100 grammes d'eau par la combustion d'un gramme de charbon; même expérience avec 1.000 grammes d'eau; définition physique de la quantité de chaleur.

Chaleur spécifique des corps.

Définition de la calorie.

Equivalence de chaleur et travail; exemples 5

§ 3. — Changements d'état.

Chaleurs latentes de fusion, de vaporisation, de sublimation.

Hygrométrie 2

CHAPITRE IX. — ELECTRICITE

§ 1. — Electrification par frottement.

Expériences.

Les deux pôles; attraction et répulsion.

L'électroscope.

Loi de Coulomb et définition de la charge.

Electromètre 2

§ 2. — Le potentiel.

Electrification simultanée de deux corps conducteurs reliés par un fil; mesure sur les deux corps après rupture du fil; charges différentes; égalité des mesures à l'électromètre, d'où définition du potentiel.

Analogie hydraulique.

Unité pratique de mesure du potentiel 5

A reporter 15

	Heures
Report . . .	15
 § 3. — Le courant.	
Ecoulement de charge entre deux conducteurs que l'on relie après les avoir placés à des potentiels différents.	
Analogie hydraulique et courant constant.	
Unité pratique de mesure des courants	3
 § 4. — La résistance.	
Loi d'Ohm; unité de résistance et équation dimensionnelle.	2
 § 5. — Energie et puissance.	
L'effet Joule et sa loi.	
Energie et puissance électriques; unités de mesure et équations dimensionnelles.	
Relation avec les unités de mesure mécaniques	2
Total troisième année . . .	20

SYLLABUS X

Français - Education

NOTE. — Normalement, l'enseignement du français à l'École Industrielle ne doit comporter qu'un perfectionnement de l'enseignement primaire, portant surtout sur le vocabulaire, la grammaire étant supposée connue, du moins dans ses grandes lignes.

L'enseignement systématique du français est donc proscrit en principe.

Le perfectionnement désiré doit être poursuivi par l'explication de mots nouveaux et par la surveillance de l'orthographe, d'une part à l'occasion des cours techniques, d'autre part et surtout à l'occasion du cours d'éducation.

La mission de ce dernier est en principe de donner à l'élève une certaine culture générale, c'est-à-dire, en résumé, à le faire pénétrer dans l'étude de l'Homme et de sa position dans la Société et dans le Monde.

En fait, l'école primaire n'atteint pas ses buts en ce qui concerne la plupart des hommes exerçant une profession purement manuelle,

comme c'est le cas des mineurs en général. En effet, ces ouvriers ont un vocabulaire extraordinairement réduit; ils ignorent presque tout de la grammaire et ils ne possèdent aucune des connaissances de base qui permettent d'acquérir ce que nous avons appelé la culture générale.

Pratiquement donc, l'Ecole Industrielle devra combler le mieux possible ces lacunes par un cours combiné de français et d'éducation. Etant donné la méconnaissance et... l'insouciance des ouvriers vis-à-vis de la langue, étant donné au surplus l'importance du français pour les futurs agents de surveillance et de maîtrise, j'estime que le cours en question doit être orienté de manière à enseigner le vocabulaire, l'orthographe et la grammaire avec autant de profondeur que le ferait un cours de français systématique.

En conséquence, chaque leçon (ou groupe de leçons) sera développée sur un sujet :

choisi parmi les connaissances de base de la culture générale;
greffé sur un sujet professionnel ou sur une autre sujet déjà traité;
traité par des lectures, dictées, conversations, rédactions;
orienté, quant à la forme, vers :

- a) l'étude d'une règle de grammaire ou de langage précise;
- b) l'accroissement du vocabulaire par l'acquisition d'un groupe de mots choisis (tant en sens qu'en orthographe).

Le syllabus qui suit comporte donc trois parties : lexicologie, grammaire, sujets à traiter, dans *chacune* desquelles chaque leçon devra puiser une idée nouvelle.

LEXICOLOGIE

Orthographe et sens exact (basé sur l'étymologie) des mots nouveaux rencontrés.

Leurs synonymes, homonymes, dérivés et composés.

Isoler les préfixes et suffixes usuels.

GRAMMAIRE

PREMIERE ET DEUXIEME ANNEES

(bisannuel)

Les noms, les articles et leur pluriel.

Les adjectifs et leur accord.

Les pronoms et leur accord.

Les temps usuels des verbes :

Usages;

Forme aux quatre conjugaisons;

Quelques verbes irréguliers.

Mots invariables (préposition, adverbe, conjonction) et leur usage.

TROISIEME ANNEE

La conjugaison complète (usage et forme de tous les temps).

Accord des participes.

Construction de la phase.

QUATRIEME ANNEE.

Perfectionnement.

Règles de rédaction :

Correspondance;

Rapports objectifs (descriptions et narrations);

Rapports subjectifs (propositions et projets).

CULTURE GENERALE

PREMIERE ET DEUXIEME ANNEES

(bisannuel)

Heures

Hygiène.

Soins corporels et hygiène domestique 6

Histoire.

Historique sommaire des mines belges.

Idem des industries belges.

Histoire politique de la Belgique depuis 1830 14

Géographie.

Belgique : Relief, fleuves et canaux, bassins miniers, centres industriels, régions agricoles; principales villes; ports. 24

Economie.

Organisation politique et administrative de la Belgique.

Païement et évaluation des salaires.

A reporter . . . 44

	Heures
Report	44
 Lois sociales :	
Règlement d'atelier et paiement des salaires;	
Journée de huit heures;	
Repos dominical;	
Congés payés	24
 Morale.	
La politesse, vernis superficiel.	
Le respect de la vie et de la santé.	
Le respect de l'individu (soi-même, le supérieur, l'égal, l'inférieur).	
Le respect de la propriété	12
Total première et deuxième années . . .	80
 <i>TROISIEME ANNEE</i>	
Hygiène.	
Les œuvres sociales	4
Histoire.	
Historique de la physique et des sciences naturelles et de leurs applications industrielles dans le monde . . .	8
Géographie.	
Les continents et océans.	
Le Congo belge : Relief, fleuves, ports, régions et centres miniers, industriels et agricoles	14
Economie.	
Les principes essentiels de la Constitution.	
Rapports du capital et du travail; le machinisme.	
Les organisations ouvrières et patronales.	
Les organismes de conciliation	10
Morale.	
Liberté et tolérance	4
Total troisième année . . .	40

QUATRIEME ANNEE

Hygiène.

Cités ouvrières et urbanisation 4

Histoire.

Quelques notions sur les arts et les lettres 4

Géographie.

Grands fleuves et ports dans le monde.

Bassins miniers, industriels, agricoles dans le monde.

Notions de cosmographie et géologie 14

Economie.

Droit civil :

La propriété;

Idées fondamentales des lois minières.

Droit pénal : Poursuites judiciaires pour :

contraventions à la Police des mines;

homicides par imprudence (accidents).

Le crédit.

Prosperité, crise, chômage 12

Morale.

Rapports des chefs avec leurs subordonnés 6

Total quatrième année 40



Ontwerp van normalisatie der afdeelingen voor mijnwerkers van de middelbare nijverheidsscholen

door Walther BOURGEOIS,

E. A. Mijningenieur, Inspecteur van het Technisch
Onderwijs van de Provincie Henegouwen, te Mons.
(Samenvatting.)

Een algemeene studie inzake de afdeelingen voor mijnwerkers van de door de Provincie Henegouwen gesubsidieerde middelbare nijverheidsscholen heeft de verscheidenheid doen uitschijnen van methodes, programma's, lesroosters, die voortvloeien uit de verscheidenheid van het intellectueel peil van de leerlingen en uit de verscheidenheid van het nagestreefde doel. Het is ons aldus gebleken dat een geheele omwerking van de methodes op grond van een geest van normalisatie onder oogen moest worden genomen.

Door zich te houden aan de bekomen of mogelijke resultaten van de verschillende methodes eenerzijds en door het opzoeken van de noodwendigheden van de kolennijverheid anderzijds, hebben wij een normalisatiesysteem opgebouwd, waarvan wij de groote lijnen zouden willen zien aannemen door de middelbare nijverheidsscholen, doch laten aan deze evenwel de zorg over de bijzonderheden aan de plaatselijke omstandigheden aan te passen.

Dit programma maken wij hier bekend met het doel het aan de kritiek te onderwerpen en in de hoop vanwege alle bevoegde personen suggesties te mogen ontvangen, die ons zullen toelaten het ontwerp te verbeteren en vooral leniger te maken in den zin van verschillende overeenstemmende regionale toepassingen.

I. — *Noodwendigheden van de kolennijverheid.*

Over het algemeen wijzen de geraadpleegde leiders van kolennijnen bijzonder op drie punten :

- Moeilijkheid in het aanwerven en het vormen van geschoolde werklieden, inzonderheid van kolenhouwers;
- Gebrek aan burgerlijke en zedelijke vorming van de geschoolde werklieden en van het toezichtspersoneel;
- Gebrek aan algemeene en technische kennis van het toezichtspersoneel, inzonderheid zijn onbevoegdheid om juiste schetsen op te maken.

Bovendien maakt het niet bestaan van een personeelslid van het tusschenkader tusschen den burgerlijken ingenieur en den hoofdopzichter, zuiver praktische werkkraacht, een leemte uit, waarover de ingenieurs van de bedrijfszets alsmede de meest klaarziende directeuren zich beklagen. Het zou dus niet zonder belang zijn deze leemte aan te vullen door het instellen van een graad van mijnconducteur die aan den titularis een intellectuele vorming zou verleenen, welke het peil van de hoogrenijverheidsschool of van de scholen voor technische ingenieurs zou bereiken, alhoewel hij de onontbeerlijk hoedanigheden van ervaren werkman zou behouden.

II. — *Mogelijkheden van het Technisch Onderwijs.*

Laten we achtereenvolgens de vier voormelde desiderata ontleden.

1. — *De beroepsvorming van de werklieden* moet natuurlijk beschouwd worden onder den vorm van *leerlingwezen* onder de leiding van een knap monitor. Dit kan slechts practisch in de mijn gebeuren. Doch de school kan daartoe in hooge mate bijdragen door een mondelingen vakcursus, samen met een toezicht op het eigenlijke leerlingenwezen door den leeraar.
2. — *De burgerlijke en zedelijke vorming* kan in groote mate verleend worden door de school, eenerzijds door de intellectuele tucht die zij oplegt, anderzijds door speciale cursussen van algemeene opvoeding.
3. — Het doel dat door het meerendeel van de afdeelingen voor mijnwerkers van de nijverheidsscholen wordt nage-

streefd is *het vormen van toezichtspersoneel*. Dit doel wordt evenwel over het algemeen in geringe mate bereikt wegens onvoldoende grondkennis, wat practisch dient verholpen door het inrichten van praetechnische cursussen uitsluitend bestemd voor de mijnwerkers en dienovereenkomstig ingericht.

4. — *De vorming van mijnconducteurs* kan door de Hoogere Nijverheidsscholen met welslagen onder oogen genomen worden zoodra de middelbare Nijverheidsscholen aan voornoemde desiderata zullen voldaan hebben en aldus een bevolking voor den hooger graden zullen aanbrengegen.

III. — *Samenwerking tusschen kolenmijn en school.*

De bekwaamheden van den mijnwerker, op welken graad ook van de hierarchische ladder, zijn terzelfder tijd afhankelijk én van zijn hoedanigheid van ervaren werkmán, die hij hoofdzakelijk in de mijn verwerft, én van zijn technische en praetechnische kennis, die hij hoofdzakelijk van uit de school meedraagt.

Het is dus noodzakelijk een samenwerking tusschen de school en de plaatselijke kolenmijn tot stand te brengen, berustende op een *actieve* welwillendheid, waarvan de schoolbestuurders zich waardig zullen moeten toonen en waarom ze zullen moeten verzoeken vanwege de bedrijfsleiders, en welke inzonderheid in de volgende punten tot uiting zal kunnen komen :

- 1° *aanwerving*, niet alleen in hoeveelheid, doch hoofdzakelijk in hoedanigheid, daar de exploitanten beter dan wie ook geplaatst zijn om te oordeelen over de beroepshoedanigheden en den intellectueelen aanleg;
- 2° *nauwgezetheid* en aanmoediging aan de goede leerlingen;
- 3° *opvoedkundige interpenetratie* door bezoeken onder geleide in de mijn, of beter, door aanduiding als leeraars van de school, van personeel van de kolenmijn dat in de mogelijkheid is de leerlingen bij hun werk in de mijn te volgen.
- 4° *aanmoediging van de gediplomeerden*, door hun de voorkeur, zelfs het monopolium toe te kennen voor den toegang tot de kaders.

IV. — *Beginselen en inrichting van het ontwerp van normalisatie.*

De noodwendigheden van de kolennijverheid zijn voldoende bestendig in den tijd opdat een geheele omwerking van leerplan en leerwijze zou gebeuren op genormaliseerde grondslagen, die voldoende lenig zijn, doch die een voldoende evenwaardigheid bereiken van de diploma's van denzelfden aard.

Door het bestudeeren van de leemten der meest verspreide organisaties en steunende op belangrijke ondervindingen, die wij in sommige scholen hebben opgedaan, hebben wij een genormaliseerd programma kunnen opstellen met als grondslag de beroepsvorming, die evenzeer noodig is voor de werklieden als voor het later toezichtspersoneel.

De eerste graad van het systeem, in beginsel toegankelijk voor de groote massa, zou twee studiejaren behelzen en een dubbel doel beoogen :

— de beroepsvorming van de mijnwerkers van alle categorieën met terzelfder tijd hun burgerlijke en zedelijke opvoeding;

— de intellectueele voorbereiding tot de technische studiën
Het leerplan zou omvatten :

— Cursus in de mijnexploitatie, van vakkundigen aard;

— Cursus in de stekunde, meetkunde, driehoeksmetkunde en in de natuurkunde voorbereidend tot de technische cursussen van de volgende graden en, door de keus der toepassingen, innig verbonden met den cursus van exploitatie;

— Cursus in het teekenen tot aanvulling van den cursus in de exploitatie en aanleunend op den cursus van meetkunde;

— Gecombineerde cursus in de moedertaal en algemeene ontwikkeling.

De eerste graad zou leiden tot het afleven van een *getuigschrift van beroepsbekwaamheid* dat een bewijs zou zijn voor den toegang tot de geschoolde beroepen in verband met het mijnbedrijf.

De tweede graad zou toegankelijk zijn voor de beste leerlingen van den eersten graad. Een *afdeeling A* zou, in één stu-

diejaar, de technische en zedelijke vorming beoogen van de eigenlijke mijnwerkers. Zij zou de volgende cursussen omvatten :

- Cursus in de mijnexploitatie van algemeen technischen aard;
- Voortzetting, voor zooveel noodig, van de cursussen in de natuurkunde, de stekunde en de meetkunde;
- Cursus in het teekenen, tot aanvulling van den cursus in de exploitatie;
- Gecombineerde cursus in de moedertaal en algemeene ontwikkeling, verder uitgebreid in verhouding tot den cursus van de eerste twee jaren.

De afdeling A zou leiden tot het toekennen van het *Diploma van schietmeester*.

Anderzijds zou een *afdeling B*, die op een zelfde wijze zou aangeworven worden en, in één studiejaar, de vorming van mijnbankwerkers zou beoogen, de volgende cursussen omvatten :

- Zeer beknopte cursus in de mijnexploitatie, die de coördinatie der verschillende diensten aantoonst;
- Cursus in de mechanica en electrotechniek, toegepast op de mijnwerktuigen en georiënteerd op het juist monteren en op het depanneeren;
- Cursus in het toegepast teekenen;
- Voortzetting van de praetechnische cursussen, gemeenschappelijk met afdeling A;
- Cursus in de moedertaal en algemeene ontwikkeling, eveneens gemeenschappelijk.

Ten slotte zou de *derde graad*, in één studiejaar, de vorming beoogen van mijnopzichters en hoofdmijnopzichters door de speciale studie der vraagstukken van organisatie van de werken en zou volgende cursussen omvatten :

- Cursus in de mijnexploitatie, inzonderheid afgesteld op de organisatie (samenkoppelen der werkplaatsen, drijfwerk van materieel, toezicht en contrôle over het personeel en de veiligheid) en op de speciale werken, namelijk deze voortvloeiende uit verschillende ongevallen;
- Cursus in de mechanica en in de electrotechniek, toegepast op de mijnwerktuigen, eerder in een beschrijvenden zin en van contrôle der werking;

- Cursus in het teekenen van voornoemde technische cursussen;
- Cecombineerde cursus in de moedertaal, verder uitgebreid in verhouding tot dezen van tweeden graad.

Bij het einde van dezen derden graad, zouden de leerlingen een *diploma van mijnconducteur* ontvangen. Achteraf, in geval van slagen, kan het peil van den derden graad opgevoerd worden tot datgene wat wij wenschen te zien bereiken door de conducteurs, dezen naam waardig, mits het verbeteren van de voorbereiding, door het leerplan van den tweeden graad, die zich over twee jaar zou uitbreiden, uit te diepen.

Wij hebben aldus getracht een systeem op te bouwen dat gemakkelijk te verwezenlijken is in het kader der middelbare nijverheidsscholen en hebben vermeden er omwentelende veranderingen aan te brengen, doch met de bekommernis aan de afdeelingen mijnwerkers een rendement te doen geven overeenkomend met de huidige noodwendigheden van de kolenmijnen.

Zoo wij onze studie tot in de bijzonderheden van de samenvatting van cursussen hebben doorgedreven, dan hebben wij aan het onderzoek een ontwerp willen voorleggen dat buiten de algemeene soms niets beduidende beschouwingen treedt, om in het concreet stadium van de mogelijkheden van verwezenlijking beslissend door te drijven.



DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE
SOCIALE

RETRAITE DES OUVRIERS MINEURS

18 février 1943. — Arrêté relevant le taux des allocations prévues en faveur des orphelins de père et des orphelins de père et de mère, par les lois coordonnées du 25 août 1937 concernant le régime de retraite des ouvriers mineurs.

Le Secrétaire général ff. du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale,

Revu l'arrêté royal du 25 août 1937, portant coordination des diverses dispositions légales concernant le régime de retraite des ouvriers mineurs ;

Vu la loi du 10 mai 1940, relative aux délégations de pouvoirs en temps de guerre, notamment l'article 5 de cette loi ;

Considérant qu'il y a lieu, en tenant compte de ce qui a été réalisé pour les orphelins de père et les orphelins de père et mère, soumis à d'autres lois, de relever le taux des allocations prévues en faveur des enfants âgés de moins de 16 ans, dont le père, ouvrier mineur décédé, assumait effectivement la charge ;

Vu l'urgence et l'impossibilité de recourir à l'autorité supérieure,

Arrête :

Article premier. — A l'article 22 des lois coordonnées du 25 août 1937, concernant le régime de retraite des ouvriers mineurs, remplacer les nombres « 630, 720, 810, 900 et 990 » par les nombres « 960, 1.050, 1.140, 1.230 et 1.320 ».

Art. 2. — A l'alinéa premier de l'article 23 des mêmes lois coordonnées, remplacer le nombre « 720 » par le nombre « 1.320 ».

Art. 3. — Le présent arrêté sortira ses effets le 1^{er} octobre 1942.

Bruxelles, le 18 février 1943.

Le Secrétaire général ff.
du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale,
L. BISQUERET.

Vu :

Le Secrétaire général du Ministère des Finances,
O. PLISNER.

27 février 1943. — Arrêté accordant une allocation temporaire aux bénéficiaires des dispositions des lois coordonnées du 25 août 1937 concernant le régime de retraite des ouvriers mineurs.

Le Secrétaire général ff. du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale,

Le Secrétaire général du Ministère de l'Intérieur et de la Santé publique,

Vu l'arrêté royal du 25 août 1937 portant coordination des diverses dispositions légales concernant le régime de retraite des ouvriers mineurs;

Revu l'arrêté du 25 août 1941 octroyant un supplément temporaire de pension aux mineurs pensionnés pour vieillesse ou pour invalidité ainsi qu'aux veuves pensionnées des ouvriers mineurs;

Vu la loi du 10 mai 1940 relative aux délégations de pouvoirs en temps de guerre, et notamment l'article 5 de cette loi;

Considérant que les raisons qui ont amené, au cours de l'année 1941, l'octroi d'un supplément temporaire de pension de 10 p. c. aux ouvriers mineurs pensionnés pour vieillesse ou pour invalidité et aux veuves pensionnées persistent et qu'il s'est avéré que, par suite de la prolongation de l'état de choses actuel, la

la situation des intéressés s'est beaucoup aggravée et est devenue plus pénible que jamais; qu'il importe donc de promouvoir des mesures qui remédient à cette situation par l'attribution d'une allocation temporaire aux intéressés, résidant en Belgique, qui n'ont plus la possibilité de gagner un salaire par suite de leur âge avancé ou de leur état de santé, ainsi qu'aux veuves pensionnées pour vieillesse des ouvriers mineurs;

Vu l'urgence et l'impossibilité de recourir aux autorités supérieures,

Arrêtent :

Article premier. — Il est accordé, à charge de l'Etat, une allocation temporaire aux bénéficiaires ne travaillant plus et résidant en Belgique, des dispositions des lois coordonnées du 25 août 1937 concernant le régime de retraite des ouvriers mineurs et jouissant soit d'une pension de vieux mineur, soit d'une pension ou d'une allocation d'invalidité.

Cette allocation temporaire est également accordée aux veuves pensionnées pour vieillesse, résidant en Belgique, à l'exception de celles visées à l'alinéa 2 de l'article 27bis des susdites lois.

Art. 2. — Le montant annuel de cette allocation temporaire est fixé en tenant compte du montant de la pension normale dont bénéficie chaque intéressé. Il varie, suivant les catégories de pensionnés, entre 4.936 fr. 60 c. et 1.921 fr. 80 c.

Le Fonds national de Retraite des Ouvriers Mineurs établit le barème fixant pour chacune des catégories de pensionnés le montant de la dite allocation temporaire; ce barème est soumis à l'approbation du Secrétaire général du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale.

Art. 3. — En cas d'existence de deux conjoints pensionnés pour vieillesse ou pour invalidité, en application des lois coordonnées par l'arrêté royal du 25 août 1937, l'allocation temporaire prévues par le présent arrêté n'est accordée qu'une fois.

Dans le cas où une veuve pensionnée pour vieillesse, en application des susdites lois coordonnées, bénéficie également, au titre d'ouvrière, d'une pension de vieillesse ou d'invalidité en application des mêmes lois, la dite allocation ne lui est accordée que pour l'une des deux pensions.

Art. 4. — Le bénéficiaire de l'allocation temporaire prévue au présent arrêté est exclu, pour lui-même et pour son épouse cohabitant avec lui, du bénéfice des dispositions de l'arrêté du 29 juin 1940.

Il en est de même de la veuve pensionnée bénéficiaire de la dite allocation temporaire.

Art. 5. — L'allocation temporaire prévue par le présent arrêté est liquidée mensuellement par les caisses de prévoyance au cours de la première quinzaine du mois.

Le supplément temporaire de 10 p. c. accordé en vertu de l'arrêté du 25 août 1941 est liquidé en même temps que l'allocation temporaire prévue par le présent arrêté.

Pour ce qui concerne les intéressés qui ne bénéficient pas de la dite allocation temporaire, le supplément de 10 p. c. dont il est question ci-avant est liquidé mensuellement en même temps que la pension principale.

Art. 6. — Le présent arrêté entrera en vigueur le 1^{er} juillet 1943.

Bruxelles, le 27 février 1943.

Le Secrétaire général ff.
du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale,
A. OLBRECHTS.

Le Secrétaire général,
du Ministère de l'Intérieur et de la Santé publique,
G. ROMSEE.

Vu :
Le Secrétaire général du Ministère des Finances,
O. PLISNIER.

DIRECTION GENERALE DES MINES**Comité Directeur et Secrétariat
des Annales des Mines de Belgique.****REORGANISATION — NOMINATIONS**

Le Secrétaire général du Ministère des Affaires économiques,

Vu l'arrêté royal du 9 mars 1896 instituant la publication des *Annales des Mines de Belgique*, modifié par les arrêtés royaux des 30 juin 1919 et 14 février 1935;

Considérant qu'il y a lieu d'une part, en application des lois linguistiques en matière administrative, de dédoubler le secrétariat de ce Comité directeur et d'autre part, de renouveler la composition dudit comité afin de pourvoir au remplacement de membres décédés ou admis à la retraite;

Vu la loi du 10 mai 1940 sur les délégations de pouvoir en temps de guerre;

Vu l'urgence et l'impossibilité de recourir aux autorités supérieures,

Arrête :

Article premier. — Le secrétariat des *Annales des Mines de Belgique* sera assumé par deux ingénieurs du Corps des Mines, choisis dans chacun des rôles linguistiques. Les deux secrétaires feront partie du Comité directeur, même sans avoir le grade d'ingénieur principal.

Art. 2. — Sont nommés membres du Comité directeur des *Annales de Belgique* :

VERBOUWE, Ovide, Directeur Général des Mines à Bruxelles.
BREYRE, Adolphe, Inspecteur Général des Mines ff., à Bruxelles.

GUERIN, Maurice, Inspecteur Général des Mines ff., à Bruxelles.

- GILLET, Charles, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, à Liége.
- MEYERS, André, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, à Hasselt.
- PAQUES, Georges, Ingénieur principal des Mines, à Bruxelles.
- VAN KERCKHOVEN, Henri, Ingénieur des Mines, à Hasselt.
- FOURMARIER, Paul, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines des Mines en disponibilité, Professeur à l'Université de Liége, à Liége.
- DEMEURE, Charles, Ingénieur principal des Mines en disponibilité, Professeur à l'Université de Louvain, à Sirault.
- LEGRAND, Louis, Inspecteur Général honoraire des Mines, Professeur d'université émérite, à Liége.
- DENOEL, Lucien, Inspecteur Général honoraire des Mines, Professeur d'université émérite, à Liége.
- HALLEUX, Armand, Ingénieur en Chef-Directeur honoraire des Mines, Professeur d'université honoraire, à Bruxelles.
- RENIER, Armand, Ingénieur en Chef-Directeur honoraire des Mines, Professeur à l'Université de Liége, à Bruxelles.
- VAN ESBROECK, Guillaume, Professeur à l'Université de Gand, à Malines.

Art. 3. — La présidence et la vice-présidence du Comité seront assumées respectivement par MM. VERBOUWE, Ovide, et BREYRE, Adolphe.

Sont chargés du secrétariat, pour les rôles français et flamand, respectivement MM. PAQUES, Georges et VAN KERCKHOVEN, Henri.

Bruxelles, le 21 juin 1943.

LEEMANS.

ARRÊTÉS SPÉCIAUX

Extraits d'arrêtés pris en 1942 concernant les mines.

Arrêté du 7 février 1942 autorisant la Société anonyme d'Angleur-Athus, à Tilleur, propriétaire de la concession de mines de houille de l' « Agrappe-Escouffiaux », et la Société anonyme du Charbonnage d'Hornu et Wasmes, à Wasmes, propriétaire de la concession de mines de houille de « Hornu et Wasmes et Buisson », la première à céder et la seconde à acquérir et à réunir à sa concession une partie de la concession de l' « Agrappe-Escouffiaux ».

Arrêté du 25 mars 1942 accordant à la Société anonyme du Charbonnage du Carabinier, à Pont de Loup, à titre d'extension de sa concession de mines de houille du « Carabinier-Pont de Loup », la concession du gisement de houilles d'une superficie de 7 hectares 44 ares 46 centiares; constituée par la moitié du lit de la Sambre (rive droite), s'étendant sous le territoire des communes de Châtelet et Pont de Loup, sur toute la longueur où la dite rivière forme la séparation entre la concession du « Carabinier-Pont de Loup », d'une part, et les concessions du « Trieu-Kaisin » et de la « Masse-Saint-François », d'autre part.

Arrêté du 31 mars 1942 autorisant la Société anonyme « Vereinigte Stahlwerke », à Dusseldorf (Allemagne), à acquérir la concession de mines de manganèse de « Bihain », cette société étant tenue de respecter les clauses et conditions du cahier des charges de la dite concession.

Arrêté du 27 mai 1942 autorisant la Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine, à Monceau-sur-Sambre, à occuper, pour les besoins de son exploitation deux parcelles de terrain sises dans la commune de Roux.

Arrêté du 29 mai 1942 autorisant la Société anonyme des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Vottem, et la Société anonyme des Charbonnages d'Abhooz et Bonne Foi-Hareng, à Herstal, à rectifier une partie de la limite séparative de leurs concessions respectives de la « Grande Bacnure et Petite Bacnure » et de « Abhooz et Bonne Foi-Hareng ».

Arrêté du 8 août 1942 autorisant la Société anonyme des Charbonnages Elisabeth, à Auvélais, à réunir, sous le nom de concession de « Baulet et Velaine-Jemeppe Nord », ses deux concessions de mines de houille de « Baulet » et de « Velaine et Jemeppe-Nord », d'une étendue respective de 695 hectares 60 ares et 943 hectares 41 ares 15 centiares s'étendant sous les communes de Fleurus, Lambusart et Wanfercée-Baulet, dans la province de Hainaut et d'Auvélais, Jemeppe-sur-Sambre, Keu-minée, Moignelée et Velaine, dans la province de Namur.

Arrêté du 23 septembre 1942 autorisant la Société anonyme des Charbonnages de l'Arbre-Saint-Michel (en liquidation), à Mons-lez-Liège, à céder la totalité de sa concession de mines de houille de « L'Arbre-Saint-Michel-Bois d'Otheit-Cowa et Pays de Liège », d'une superficie de 2.867 hectares 78 ares 31,5 centiares, à une société coopérative à constituer, dans un délai de trois mois, sous le nom de « Nouveaux Charbonnages de l'Arbre-Saint-Michel » avec siège social à Mons-lez-Liège.

AMBTELIJKE BESCHEIDEN

MINISTERIE VAN ARBEID EN SOCIALE VOORZORG

PENSIOENSTELSEL DER MIJNWERKERS

18 Februari 1943. — Besluit, het bedrag verhoogende der toelagen voorzien ten voordeele der vaderlooze weezen en der ouderlooze weezen, bij de samengeordende wetten dd. 25 Augustus 1937, betreffende het pensioenstelsel der mijnwerkers.

De wd. Secretaris-Generaal van het Ministerie van Arbeid en Sociale Vorzorg,

Herzien het kononklijk besluit dd. 25 Augustus 1937, de verschillende bepalingen betreffende het pensioenstelsel der mijnwerkers samenordende;

Gelet op de wet van 10 Mei 1940, houdende overdracht van bevoegdheid in oorlogstijd en, inzonderheid, op artikel 5 daarvan;

Overwegende dat er aanleiding toe bestaat het bedrag te verhoogen der toelagen voorzien ten voordeele der kinderen beneden 16 jaar, die werkelijk ten laste waren van den vader, overleden mijnwerker, rekening gehouden met hetgeen verwezenlijkt werd, voor de vaderlooze weezen en de ouderlooze weezen die onder de toepassing vallen van andere wetten;

Gelet op de hoogdringendheid en de onmogelijkheid de hoogere overheid te raadplegen,

Besluit :

Artikel 1. — In artikel 22 der samengeordende wetten van 25 Augustus 1937, betreffende het pensioenstelsel der mijnwerkers, de getallen « 630, 720, 810, 900 en 990 » vervangen door de getallen « 960, 1.050, 1.140, 1.230 en 1.320 ».

Art. 2. — In alinea 1 van artikel 23 derzelfde samengeordende wetten, het getal « 720 » door het getal « 1.320 » vervangen.

Art. 3. — Dit besluit zal op 1 October 1942 in werking treden.

Brussel, den 18ⁿ Februari 1943.

De wn. Secretaris-Generaal
van het Ministerie van Arbeid en Social Voorzorg,
L. BISQUERET.

Mij bekend :

De Secretaris-Generaal
van het Ministerie van Financië,
O. PLISNIER.

27 Februari 1943. — Besluit tot toekenning van een tijdelijke toelage aan de gerechtigden op de bepalingen der samengeordende wetten dd. 25 Augustus 1937 betreffende het pensioenstelsel der mijnwerkers.

De wn. Secretaris-Generaal van het Ministerie van Arbeid en Sociale Voorzorg,

De Secretaris-Generaal van het Ministerie van Binnelandsche Zaken en Volksgezondheid,

Gelet op het koninklijk besluit van 25 Augustus 1937 houdende de coordinatie van de verschillende wettelijke bepalingen betreffende het pensioenstelsel der mijnwerkers;

Herzien het besluit van 25 Augustus 1941, waarbij een tijdelijke pensioenaanvulling wordt toegekend aan de wegens ouderdom of invaliditeit gepensioneerde mijnwerkers alsmede aan de gepensioneerde weduwen van mijnwerkers;

Gelet op de wet van 10 Mei 1940 betreffende overdracht van bevoegdheid in oorlogstijd, en inzonderheid op artikel 5 daarvan;

Overwegende dat de redenen die, in den loop van het jaar 1941, aanleiding hebben gegeven tot het toekennen van een tijdelijke pensioenaanvulling van 10 t. h. aan de wegens ouderdom of invaliditeit gepensioneerde mijnwerkers, alsmede aan de gepensioneerde weduwen steeds blijven bestaan en het bewezen is, dat ten gevolge van de verlenging van den huidigen stand van zaken, de toestand van de belanghebbenden zeer verergerd is en lastiger geworden dan ooit; dat het bijgevolg betaamt maatregelen te treffen om aan dezen toestand te verhelpen door den toekennen van een tijdelijke toelage aan de in België verblijvende belanghebbenden voor wie het niet meer mogelijk is een loon te verdienen tengevolge van hun gevorderden leeftijd of gezondheidstoestand, alsmede aan de wegens ouderdom gepensioneerde weduwen van mijnwerkers;

Gelet op de dringende noodzakelijkheid en de onmogelijkheid de hogere overheid te laten beslissen,

Besluiten :

Artikel 1. — Ten laste van het Rijk, wordt er een tijdelijke toelage verleend aan de, in België verblijvende, niet meer werkzaam zijnde gerechtigden op de bepalingen der samengeorgende wetten dd. 25 Augustus 1937, betreffende het pensioenstelsel der mijnwerkers, die hetzij een pensioen van oud-mijnwerker, hetzij een pensioen of een vergoeding wegens invaliditeit genieten.

Deze toelage wordt insgelijks verleend aan de wegens ouderdom gepensioneerde weduwen die in België verblijven, behalve de weduwen gevisserd bij alinea 2 van artikel 27bis van voormelde wetten.

Art. 2. — Het jaarlijksch bedrag van deze tijdelijk toelage wordt bepaald onder inachtneming van het bedrag van het normaal pensioen dat iedere belanghebbende geniet. Het wordt volgens de categoriën der gepensioneerden vastgesteld tusschen 4.936 fr. 60 c. en 1.921 fr. 80 c.

Het Nationaal Pensioenfonds der Mijnwerkers bepaalt, voor iedere categorie van gepensioneerden, het barema waarbij het bedrag van bedoelde tijdelijke toelage wordt vastgesteld. Dit barema wordt aan de goedkeuring van den Secretaris-Generaal van het Ministerie van Arbeid en Sociale Voorzorg overgelegd.

Art. 3. — Wanneer beide echtgenooten gepensionneerd zijn wegens ouderdom of invaliditeit, bij toepassing van de wetten samengeordend bij koninklijk besluit van 25 Augustus 1937, wordt de, bij onderhavig besluit voorziene tijdelijke toelage slechts eenmaal verleend.

Ingeval een weduwe wegens ouderdom gepensionneerd bij toepassing van voormelde samengeordende wetten, insgelijks als mijnwerkster, een ouderdoms- of invaliditeitspensioen geniet bij toepassing dezelfde wetten, wordt bedoelde toelage haar slechts voor één der twee pensioenen verleend.

Art. 4. — De gerechtigde op de, bij dit besluit voorziene tijdelijke toelage wordt, wat hem zelf en zijne bij hem wonende echtgenote betreft, van het voordeel der bepalingen van het besluit dd. 29 Juni 1940 uitgesloten.

Dit geldt insgelijks voor de op bedoelde tijdelijke toelage gerechtigde weduwe.

Art. 5. — De bij dit besluit voorziene tijdelijke toelage, wordt maandelijks, door de voorzorgskassen, in den loop der eerste veertien dagen van de maand uitbetaald.

De tijdelijke aanvulling van 10 t. h. toegestaan krachtens het besluit van 25 Augustus 1941, wordt tegelijkertijd uitbetaald als de bij dit besluit voorziene tijdelijke toelage.

Wat de belanghebbenden betreft die bedoelde tijdelijke toelage niet genieten wordt de tijdelijke aanvulling van 10 t. h. waarvan boven sprake maandelijks tegelijkertijd als het hoofdpensioen uitbetaald.

Art. 6. — Dit besluit treedt in werking op 1 Juli 1943.

Brussel, den 27ⁿ Februari 1943.

De wn. Secretaris-Generaal
van het Ministerie van Arbeid en Sociale Voorzorg,
A. OLBRECHTS.

De Secretaris-Generaal
van het Ministerie van Binnenlandsche Zaken
G. ROMSEE.

Mij bekend :

De Secretaris-Generaal
van het Ministerie van Financië,
O. PLISNIER.

ALGEMEENE DIRECTIE VAN HET MIJNWEZEN

Bestuurscomité en Secretariaat
der « *Annales des Mines de Belgique* ».

REORGANISATIE — BENOEMINGEN

De Secretaris Generaal van het Ministerie van Economische Zaken,

Gelet op het koninklijk besluit dd. 9 Maart 1896, tot instelling van het tijdschrift der *Annales des Mines de Belgique*, gewijzigd bij de koninklijke besluiten dd. 30 Juni 1919 en 14 Februari 1935;

Overwegende dat er aanleiding toe bestaat, eensdeels bij toepassing der wetten op het gebruik der talen in bestuurszaken het secretariaat van dit Bestuurscomité te splitsen en anderdeels de samenstelling van bedoeld comité te vernieuwen ten einde in de vervanging te voorzien van overledene of op pensioen gestelde leden;

Gelet op de wet dd. 10 Mei 1940 houdende overdracht van bevoegdheden in oorlogstijd;

Gelet op de dringende noodzakelijkheid en de onmogelijkheid beroep te doen op de hoogere overheid,

Besluit :

Artikel 1. — Het secretariaat der *Annales des Mines de Belgique* zal waargenomen worden door twee ingenieurs bij het Mijncorps, gekozen uit ieder der taalrollen. De twee secretarissen maken deel uit van het Bestuurcomité, zelfs zonder den rang van E. A. Ingenieur te hebben.

Art. 2. — Worden tot lid benoemd van het Bestuurcomité der *Annales des Mines de Belgique* :

VERBOUWE, Ovide, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel.

BREYRE, Adolphe, wd. Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.

- GUERIN, Maurice, wd. Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
- GILLET, Charles, Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, te Luik.
- MEYERS, André, Hoofdingenieur-Directeur des Mijnen, te Hasselt.
- PAQUES, Georges, E. A. Mijningenieur, te Brussel;
- FOURMARIER, Paul, Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, in disponibiteit, Professor bij de Universiteit van Luik, te Luik.
- DEMEURE, Charles, E. A. Mijningenieur in disponibiteit, Professor bij de Universiteit van Leuven, te Sirault.
- LEGRAND, Louis, Eere Inspecteur Generaal der Mijnen, Rustend Universiteitsprofessor te Luik.
- DENOEL, Lucien, Eere Inspecteur Generaal der Mijnen Rustend Universiteitsprofessor, te Luik.
- HALLEUX, Armand, Eere Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, Eere Universiteitsprofessor, te Brussel.
- RENIER, Armand, Eere Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, Professor bij de Universiteit van Luik, te Brussel;
- DELMER, Alexandre, Professor bij de Universiteit van Luik, te Brussel.
- VAN ESBROECK, Guillaume, Professor bij de Universiteit van Gent, te Mechelen.
- Art. 3. — Het voorzitterschap en het onder-voorzitterschap worden respectievelijk waargenomen door de Heeren VERBOUWE, Ovide, en BREYRE, Adolphe.
- Worden met het secretariaat gelast, voor de fransche en de vlaamsche rollen, respectievelijk de Herren PAQUES, Georges, en VAN KERCKHOVEN, Henri.

Brussel, den 21 Juni 1943.

LEEMANS.

SPECIALE BESLUITEN

Uittreksels van, in 1942 getroffen, besluiten aangaande de mijnen.

Besluit i. d. 7 Februari 1942 waarbij machtiging verleend wordt aan de « Société anonyme d'Angleur-Athus », te Tilleur, eigenares van de steenkolenmijnconcessie van « l'Agrappe-Escouffiaux » en aan de « Société anonyme du Charbonnage d'Hornu et Wasmes », te Wasmes, eigenares van de steenkolenmijn concessie van « Hornu et Wasmes et Buisson » de eerste een gedeelte van de concessie van « l'Agrappe-Escouffiaux » af te staan en de tweede het aan te koopen en te vereenigen met haar concessie.

Besluit i. d. 25 Maart 1942 aan de « Société anonyme du Charbonnage du Carabinier » te Pont-de-Loup, ten titel van uitbreiding van haar steenkolenmijnconcessie van « Carabinier-Pont-de-Loup » concessie verleende van de steenkolen bedding hebbende een oppervlakte van 7 hectaren 44 aren 46 centiaren, zijnde de helft van het bed van de Samber (rechteroever) liggende onder het grondgebied der gemeenten Châtelet en Pont-de-Loup, op de gansche lengte waar deze rivier de grens vormt tusschen de concessie van « Carabinier-Pont-du-Loup » eenerzijds en de concessie van « Trieu-Kaisin » en « Masse-Saint-François » anderzijds.

Besluit i. d. 31 Maart 1942 waarbij aan de naamlooze vennootschap « Vereenigde Stahlwerke », de Dusseldorf, machtiging verleend wordt de mangaanmijnconcessie van « Bihain » aan te koopen, deze vennootschap is er toe gehouden de bepalingen en bedingen van de concessievoorwaarden van bedoelde concessie na te leven.

Besluit i. d. 27 Mei, waarbij aan de « Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine », te Monceau-sur-Sambre,

machtiging verleend wordt voor de noodwendigheden van haar bedrijf, twee, in de gemeente Rowe gelegen perceelen grond, in gebruik te nemen.

Besluit i. d. 29 Mei 1942 machtiging verleende aan de « Société anonyme des Charbonnages de la Grande Bacnure », te Vottem en aan de « Société anonyme des Charbonnages d'Abhooz et Bonne-Foi-Hareng », te Herstal, een gedeelte van de Grensscheiding van hun respectievelijke concessies van « Grande Bacnure et Petite Bacnure » en van « Abhooz et Bonne-Foi-Hareng » te verbeteren.

Besluit i. d. 8 Augustus 1942 aan de « Société anonyme des Charbonnages Elisabeth », te Auvélais, machtiging verleende onder de benaming van concessie van « Baulet et Velaine-Jemeppe Nord » haar twee steenkolenmijnconcessies van « Baulet » en « Velaine et Jemeppe-Nord » te vereenigen, hebbende onderscheidenlijk een oppervlakte van 695 hectaren 60 aren en 943 hectaren 41 aren 15 centiaren en zich uitstreckende onder de gemeenten Fleurus, Lambrusart en Wanfercée-Baulet in de provincie Henegouwen en onder de gemeenten Auvélais, Jemeppe-sur-Sambre, Keumiée, Moignelée et Velaine in de provincie Namen.

Besluit i. d. 23 September 1942, aan de « Société anonyme des Charbonnages de l'Arbre Saint-Michel » (in vereffening) », te Mons-lez-Liège, machtiging verleende geheel haar steenkolenmijnconcessie van « l'Arbre Saint-Michel-Bois d'Otheit-Cowa et Pays de Liège » hebbende een oppervlakte van 2.867 hectaren 78 aren 31,5 centiaren, af te staan aan een, onder de benaming « Nouveaux Charbonnages de l'Arbre Saint-Michel » met maatschappelijken zetel te Mons-lez-Liège, binnen de drie maand, op te richten samenwerkende vennootschap.

SOMMAIRE DE LA 1^{re} LIVRAISON, TOME XLIV
 INHOUD VAN DE 1^e AFLEVERING, BOEKDEEL XLIV

In Memoriam : Gustave Raven 1

**INSTITUT NATIONAL DES MINES,
 A FRAMERIES-PATURAGES**

**NATIONAAL MIJNINSTITUUT,
 TE FRAMERIES-PATURAGES**

Rapport sur les travaux de 1942 . . . Ad. BREYRE 15

Annexes :

Inflammation des mélanges grisouteux
 par contact avec une source d'énergie Ad. van TIGGELEN 91

Recherches sur l'inflammation du grisou
 par le filament des lampes électriques portatives J. FRIPIAT 105

Le dosage de l'oxyde de carbone par
 l'oxyde d'argent Ad. van TIGGELEN 145

NOTES DIVERSES — DIVERSE NOTA'S

Projet de normalisation des sections de
 mineurs des Ecoles Industrielles Moyennes W. BOURGEOIS 153

Ontwerp van normalisatie der afdelingen
 voor mijnwerkers van de Middelhare Nijverheidsscholen (samenvatting) 229

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Ministère du Travail et de la Prévoyance Sociale.

RETRAITE DES OUVRIERS MINEURS

- Arrêté du 18 février 1943*, relevant le taux des allocations prévues en faveur des orphelins de père et des orphelins de père et de mère 235
- Arrêté du 27 février 1943*, accordant une allocation temporaire aux bénéficiaires des dispositions des lois coordonnées du 25 août 1937 236

Direction Générale des Mines.

- Arrêté du 21 juin 1943* : Comité directeur et Secrétariat des Annales des Mines de Belgique. — Réorganisation et nomination 239

Arrêtés spéciaux.

- Extraits d'arrêtés pris en 1942 concernant les mines 241

AMBTELIJKE BESCHEIDEN

Ministerie van Arbeid en Soziale Voorzorg.

PENSIOENSTELSEL DER MIJNWERKERS

- Besluit van 18 Februari 1943*, het bedrag verhoogende der toelagen voorzien ten voordeele der vaderlooze weezen en der ouderlooze weezen 243
- Besluit van 27 Februari 1943*, tot toekenning van een tijdelijke toelage aan de gerechtigden op de bepalingen der samengeordende wetten dd 25 Augustus 1937 244

Algemeene Directie van het Mijnwezen.

- Besluit dd. 21 Juni 1943* : Bestuurscomité en Secretariaat der « Annalen der Mijnen van België ». — Reorganisatie, benoemingen 247

Speciale besluiten.

- Uittreksels van, in 1942 getroffen, besluiten aangaande de mijnen 249