

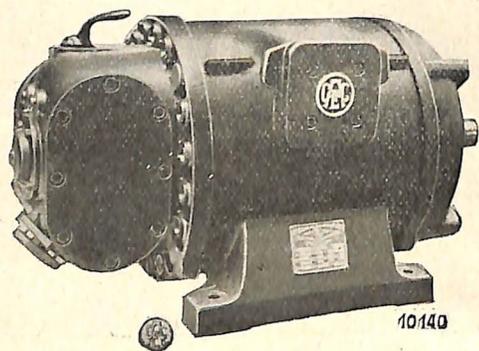
Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi

Société Anonyme au capital de 105,000,000 de francs

Ateliers :
Charleroi,
Ruysbroeck
lez-Bruxelles

Tél. 145.30
(6 lignes)

Télégramme :
Edempain-
Charleroi



Câblerie :
Marcinelle-
Villette

Tél. 101.37
(4 lignes)

Télégramme :
Cablempain-
Charleroi

Moteur triphasé entièrement fermé, à
enveloppe refroidie, pour milieux
déflagrants.

GENERATRICES ET MOTEURS DE TOUS GENRES
TRANSFORMATEURS — REDRESSEURS — COMMUTATRICES
CONDENSATEURS POUR L'AMELIORATION
DU FACTEUR DE PUISSANCE
TRACTION ELECTRIQUE — FOURS ELECTRIQUES
COMMANDE ELECTRIQUE DE LAMINOIRS
MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS
POMPES CENTRIFUGES D'EXHAURE
POMPES IMMERGEES POUR PUIITS ARTESIENS
GRUES DE PORT — TOUS ENGINs DE LEVAGE
ECLAIRAGE ELECTRIQUE DES TRAINS
SIGNALISATION EN GENERAL
TOUT L'APPAREILLAGE

CABLES DE PUISSANCE POUR TOUTES TENSIONS
CABLES TELEPHONIQUES ET TELEGRAPHIQUES
CABLES DE SIGNALISATION — CABLES DE RADIO-DISTRIBUTION
FILS ET CABLES ISOLEs POUR TOUS USAGES
FILS et CABLES pour LOCAUX HUMIDES et à VAPEURS CORROSIVES
FILS de BOBINAGE ISOLEs, au COTON, à la SOIE et à l'AMIANTE
FILS ET CABLES DIVERS — FILS ET CABLES VERNISSES
TUBES ISOLEs OU NON POUR L'ELECTRICITE
MASSE ISOLANTE — ACCESSOIRES DIVERS
FEUILLARDS LAMINES A FROID

NOTES DIVERSES

Septième Congrès International des Accidents et des Maladies du Travail

COMPT E - R E N D U

PAR

M. le D^r LANGELEZ,

Inspecteur général Chef du Service Médical du Travail, à Bruxelles.

Du 22 au 26 juillet 1935, s'est tenu à Bruxelles, sous la présidence de M. le docteur Glibert, Inspecteur général honoraire du Service médical du Travail et Président du Comité technique du Fonds de Prévoyance en faveur des victimes des maladies professionnelles, le septième Congrès international des Accidents et des Maladies du Travail. Ce Congrès était placé sous le haut patronage de S. M. la Reine Elisabeth et de L. M. le Roi et la Reine.

Ce Congrès était divisé en deux sections : la Section Accidents, sous la présidence de M. le docteur Maurice François; Président d'honneur de la Société de Médecine et de Chirurgie du Travail; la Section Maladies, sous la présidence de M. le docteur Langelez, Inspecteur général du Service médical du Travail.

A l'ordre du jour de ce Congrès figuraient des questions relatives aux accidents du travail, des questions concernant les maladies professionnelles et des questions mixtes, se rapportant aussi bien à la médecine du travail accidents qu'à la médecine du travail maladies.

Nous nous bornerons à examiner dans les lignes qui vont suivre celles des questions pouvant intéresser spécialement les techniciens et les ingénieurs.

SECTION MALADIES

PREMIERE QUESTION

LA LUTTE CONTRE LES POUSSIÈRES INDUSTRIELLES.

Cette question était divisée en quatre sous-questions :

a) Comment capter et examiner les poussières en vue de leur mensuration et de leur numération ?

Rapporteurs : M. le Dr Middleton (Londres).

M. le Dr Bordas (Paris).

b) Quelle est la valeur comparée des différents moyens de lutte contre les poussières en suspension dans l'air ?

Rapporteurs : M. l'Ingénieur Deladrière (Bruxelles).

M. le Dr Boerma (La Haye).

c) Quels sont les critères pour la sélection avant l'embauchage des sujets exposés aux poussières industrielles dangereuses ?

Rapporteurs : Prof. Téléky (Vienne).

Dr Pieraccini (Florence).

d) Quels sont les premiers signes d'alarme indiquant la nécessité de quitter l'occupation dangereuse ?

Rapporteurs : Prof. Policard (Lyon).

Dr Edme Martin (Saint-Etienne).

Dr Denet (Obourg-lez-Mons).

I. — Comment capter et examiner les poussières en vue de leur mensuration et de leur numération ?

RAPPORT DU DOCTEUR MIDDLETON.

Note sur quelques méthodes pour recueillir les poussières atmosphériques ainsi que sur la numération et le mesurage de ces particules.

Par S. E. L. MIDDLETON,

H. M. Medical Inspector of Factories, London.

Le but de la communication est de décrire un certain nombre d'appareils destinés à recueillir les poussières industrielles. Ce sont le précipitateur de Greenburg-Smith (Impringer), le conimètre, le compteur de poussières d'Owens et le précipitateur thermique.

Au sujet des poussières qui peuvent avoir une influence sur la production d'affections pulmonaires chez les ouvriers, l'auteur souligne les propriétés qu'il y a lieu de déterminer :

1^o) la composition minéralogique et chimique de la poussière;

2^o) les dimensions, volume et nombre des particules;

3^o) le temps pendant lequel l'ouvrier est exposé à un nuage de poussière d'une concentration connue.

L'efficacité des appareils de récolte de poussières doit être minutieusement établie et contrôlée. A cet effet, il a été nécessaire d'établir des méthodes de contrôle de laboratoire pour compter et mesurer les particules de nuages de poussières similaires à ceux de l'industrie. Il a été fait usage à cet effet d'un ultramicroscope spécial : les résultats obtenus au moyen de cet instrument sur les fumées par exemple, qui contiennent les plus fines poussières, furent identiques à ceux obtenus par la méthode de sédimentation d'Aitken. Les différences de volume mesurées à l'ultramicroscope varient avec un degré de grande exactitude entre 0,2 μ et 2,0 μ de diamètre.

M. Middleton décrit ensuite deux procédés de production de nuages de poussières de silice analogues à ceux de l'industrie.

Appareils de récolte et de numération des poussières.

1. — Appareil de Greenburg-Smith.

Décrit en 1922, il est employé aux Etats-Unis par le Service d'Hygiène Publique. Il consiste essentiellement en une partie aspirante et une partie recueillant les poussières : celle-ci est composée d'un tube en pyrex et d'une plaque fixée à 5,1 mm. de l'orifice du tube; le tube contient un liquide, qui peut être de l'eau distillée, et qui retient les particules. Ce liquide est ensuite dilué dans un flacon gradué. Le comptage se fait dans des cellules Sedgwyck-Rafter, au moyen d'un microscope ordinaire après un temps de sédimentation de 20 minutes.

Avantages de cet appareil :

- 1) Il peut être fixé directement sur l'ouvrier en observation;
- 2) On peut recueillir les poussières d'une grande quantité d'air;
- 3) Le temps de prise peut durer 30 minutes;
- 4) Les échantillons peuvent être examinés au point de vue chimique et pétrographique.

Parmi les inconvénients, l'auteur signale que la limite inférieure de détermination des particules atteint seulement $0,8 \mu$: les plus fines poussières ne sont pas suffisamment précipitées et donnent ainsi lieu à une estimation erronée.

2. — Le conimètre.

Inventé par Sir Robert Kotzé en 1916, il a été employé comme méthode type dans les mines d'or sud-africaines. Il consiste en une pompe aspirante cylindrique de 5 à 10 cc. de capacité. Les particules sont fixées sur une lame en verre imprégnée de vaseline ou de gelée de glycérine. La numération se fait au moyen du micromètre oculaire.

Les avantages consistent dans la manipulation aisée de l'appareil et du comptage des particules qui se fait *in situ*, tandis que les inconvénients se trouvent dans le volume minime d'air pompé et surtout dans la difficulté d'obtenir un étalement uniforme des poussières, d'où agrégation des particules et erreurs dans la numération.

3. — Le compteur de poussières Owens.

Cet appareil est employé surtout pour le comptage des poussières de suie, de goudron dans l'air, emploi pour lequel il est très efficace.

Il se compose d'une pompe à main d'une capacité de 50 cc. aspirant l'air à travers un orifice long de 1 cm. et large de 0,1 mm. et faisant adhérer les poussières sur un couvre-objet pour microscope. Le couvre-objet est ensuite fixé sur une plaque, face en dessous. On compte au moyen de l'objectif à immersion (agrandiss. 900 diam.).

La facilité de prise constitue un avantage réel, mais il est moins efficace pour les grosses particules que pour les fines et constitue donc une cause d'erreur.

4. — Le précipitateur thermique.

Inventeurs : le Professeur R. Whytlav-Gray et le Dr Lomate, Université de Leeds.

L'appareil consiste essentiellement en un mince canal rectangulaire formé par deux petits blocs de laiton, séparés par des plaques de mica. Deux couvre-objets sont placés sur ces plaques de mica. Dans la lumière du canal sont tendus deux fils parallèles de michrome qui peuvent être chauffés électriquement.

L'air contenant les poussières est dirigé sur les fils chauffés; les particules en suspension sont alors précipitées par répulsion thermique sur les couvre-objets et forment ainsi un dépôt qui peut être compté.

Il a été construit un modèle spécial pour mines monté sur trépied. Le passage de l'air est provoqué de la manière suivante : un cylindre d'une contenance de 500 cc. est rempli d'eau; on laisse écouler l'eau, qui est au fur et à mesure remplacée par l'air chargé de poussières en passant à travers la petite chambre à précipitation thermique.

Pratiquement, l'écoulement d'eau est de 6,5 cc. par minute, le fil est chauffé au moyen d'un courant de 2 volts.

L'appareil ne pèse que 600 gr. et peut être également fixé sur le dos; il capte ainsi les poussières aussi près que possible de l'entrée des voies respiratoires de l'ouvrier, ce qui est très important.

Après avoir donné quelques détails sur la numération *microscopique* des particules, M. Middleton décrit les résultats obtenus au moyen du précipitateur technique dans quatre industries poussiéreuses : celle du grès, celle de la faïencerie, le meulage des métaux et l'extraction du charbon, en tenant compte de la vitesse du vent, du

Degré d'humidité, de la ventilation, des endroits différents de la prise des poussières.

L'exemple suivant donne les résultats des numérations pour 1 cc. d'air dans une mine de charbon :

a) Travail au marteau pneumatique (sans appareillage de captation de poussières) :

à 15 yards du travail : 10.860 particules; taille moyenne : 0,65 μ ;

à 65 yards du travail : 860 particules; taille moyenne : 0,5 μ ;

à 160 yards du travail : 650 particules; taille moyenne : 0,5 μ ;

b) Explosion :

quantité d'explosif employé : 24 ozs;

à 65 yards : 2.000 particules; taille moyenne : 1,2 μ ;

quantité d'explosif : 40 ozs;

à 160 yards : 2.500 particules; taille moyenne : 0,68 μ ;

c) Deux échantillons d'air pris à 50 yards en dessous de la cage : 170 et 380 particules d'une taille moyenne de 0,44 μ . Ces échantillons furent préalablement chauffés à 500° pour brûler les particules de charbon.

RAPPORT DU DOCTEUR BORDAS.

L'auteur estime qu'il est d'un intérêt pratique plus notoire de rechercher, non pas le nombre de particules de poussières qui peuvent se trouver dans un volume d'air déterminé, mais bien de connaître le poids et la composition chimique des matières en suspension. L'auteur utilise d'habitude la jauge d'Owen, modifiée de façon à assurer l'écoulement de tous les éléments dans la cuvette réservoir; il fait, à cet effet, fonctionner un petit jet d'eau à faible débit qui entraîne toute les particules qui se déposent. Il a pu ainsi trouver, dans le voisinage d'une usine utilisant du charbon pulvérisé, 1,592 kg. de poussières à l'état de cendres par mètre carré. L'appareil ainsi modifié permet de se rendre compte des poussières insolubles et des poussières solubles et de procéder à l'analyse chimique de ces dernières.

II. — Quelle est la valeur comparée des différents moyens de lutte contre les poussières en suspension dans l'air ?

RAPPORT DE M. L'INGENIEUR DELADRIERE.

La réalisation de la fumivorité sert à la fois l'intérêt de l'industriel, par suite des économies qu'elle permet de faire, et celui du public et de la végétation, qui souffrent des fumées. L'augmentation des cendres industrielles est due à l'emploi du charbon pulvérisé et à l'utilisation du tirage mécanique dans les foyers à grille. A côté de conditions spéciales que doit réaliser un bon dépoussiéreur (peu encombrant, évacuation pratique des poussières récoltées, faible dépense d'énergie, prix et entretien), la question du rendement est surtout importante. Ce rendement s'apprécie par la pesée des poussières à l'entrée et à la sortie de l'appareil; l'examen de la coloration des fumées au moyen des tests de Ringelman fournit des renseignements également intéressants.

Le rendement des appareils humides peut donner 90 à 95 %; celui des appareils secs ne dépasse guère 85 %.

Parmi les procédés en usage, l'auteur signale :

les sacs escarbilleurs dont le rendement est faible et dont les étoffes filtrantes se détruisent rapidement;

les dépoussiéreurs secs par gravité ou centrifuges qui exigent un appareillage volumineux;

les dépoussiéreurs humides intéressants à retenir;

Le dépoussiérage électrique semble être le meilleur, si l'on emploie la méthode de Pauthenier-Ostricourt. Cet appareil est un perfectionnement de l'appareil Cotrell, en ce sens que l'on a disposé entre les électrodes et à petites distances du positif une grille reliée au sol. Le champ électrostatique se répartit presque exclusivement entre le fil et la grille. Les plaques sont munies de cloisons verticales qui ont pour rôle d'empêcher les fumées de circuler entre les plaques et la grille.

Les avantages du dépoussiérage électrique sont, entre autres, un degré de purification très élevé, une récupération quasi intégrale des produits récoltés, aucune perte de tirage, pas d'usure et une dépense minime d'énergie électrique.

RAPPORT DES DOCTEURS BOERMA, GROENEVELD ET KRANENBURG.

Les auteurs étudient spécialement le problème de la protection contre les poussières au moyen d'appareils individuels. Les filtres utilisés jusqu'ici ne donnent jamais un rendement de 100 %. La gêne respiratoire est un facteur d'ordre personnel; elle est d'autant plus rapide que le pouvoir de rétention est plus grand. Les appareils à circulation d'air unique doivent être préférés.

Les appareils utilisés de nos jours contre les fumées et les brouillards constituent une protection très efficace contre les poussières microscopiques de quartz.

III. — Quels sont les critères pour la sélection avant l'embauchage des sujets exposés aux poussières dangereuses ?

Les différents rapports relatifs à cette question, comme à la suivante, sont tous dominés par l'inquiétude qui a cours actuellement de voir les poussières développer la silicose, et secondairement la tuberculose. On sait, à ce sujet, que le rôle « mécanique ou physique » des poussières passe actuellement au second plan, et que l'on accorde une importance primordiale à l'action chimico-toxique des éléments en suspension dans l'air. La nature des constituants des poussières revêt également, suivant les conceptions modernes, une importance primordiale : à la suite des études relativement peu anciennes des médecins de l'Afrique du Sud, il avait été admis que seules les poussières contenant de la silice libre, de l'anhydride silicique présentaient un danger réel, car l'action de ces poussières est de provoquer un processus de défense de l'organisme sous forme d'une fibrose, d'une sclérose du tissu pulmonaire; la « silicose » n'est, en somme, qu'un état de fibrose des poumons. Pour Jones, biologiste anglais, la silice ne serait pas seule l'élément à redouter; bien plus à craindre, au contraire, serait la « séricite », silicate double d'alumine et de potasse, dont la présence se révèle dans certaines roches, accompagnée ou non de silice libre; mais voilà qu'une communication toute récente d'un auteur anglais signale que ce qui a été pris pour de la séricite, au microscope polarisant, ne serait que des angles, des bords ou des arêtes de cristaux microscopiques

de quartz. Quoi qu'il en soit de ces controverses scientifiques, il semble bien que les poussières renfermant de la silice libre ou des silicates soient, si pas les seules dangereuses, sans aucun doute les plus redoutables; les poussières d'autre nature peuvent à la longue déterminer du tatouage des poumons, de l'encombrement des tissus interstitiels par des éléments étrangers, voire même une réaction locale sous forme de sclérose ou de fibrose; mais seules les poussières siliceuses entraîneraient, comme complication fréquente de la pneumoconiose, un processus plus ou moins rapide de tuberculose pulmonaire.

RAPPORT DU DOCTEUR TELEKY.

L'hygiène industrielle et la législation doivent tendre à voir les entreprises industrielles organisées techniquement de façon telle que la santé des travailleurs ne soit pas mise en péril. En attendant que cet idéal soit atteint, il convient d'éloigner du travail, par une sélection médicale, les sujets particulièrement sensibles à certaines sources de dommages. Malheureusement, les connaissances sont encore minimes en ce qui concerne la « prédisposition » et la « sensibilité » vis-à-vis des facteurs multiples que présente le travail industriel.

Si l'on envisage la question des éléments « toxiques », ce qu'il importe que l'ouvrier possède dans toute son intégrité, c'est le pouvoir excréteur; ceux qui présentent des troubles des organes d'excrétion, particulièrement le rein, ceux également qu'une maladie antérieure aurait rendus plus sensibles à l'action des poisons doivent être éliminés du travail.

Il est à remarquer que certains individus sont particulièrement sensibles à certains poisons; que, parmi de nombreux travailleurs vivant de la même vie professionnelle et exposés aux mêmes dommages, certains seulement présentent des lésions ou des troubles fonctionnels; on a donné à cet état d'hypersensibilité le nom d'« allergie ». Les connaissances pratiques, dans ce domaine, sont encore fort vagues; il est avéré cependant que les sujets à peau pâle et à cheveux roux sont particulièrement sensibles aux poisons endommageant la peau.

En ce qui concerne la prédisposition individuelle à la silicose, on a signalé l'importance essentielle d'un bon filtre nasal, de l'intégrité absolue du nez et de l'arrière-nez; des vérifications s'imposent encore cependant. Pour le moment, il convient de procéder avant

l'embauchage et périodiquement au cours du travail à l'examen radiographique des poumons des travailleurs exposés aux poussières sclérosantes. Seuls, les individus à poumons et cœur solides, à poitrine large, dont l'état général est vigoureux, doivent être maintenus au travail en poussières siliceuses.

RAPPORT DU DOCTEUR PIERACCINI.

Cet auteur également se base sur la trilogie suivante en ce qui concerne le travail dans les poussières : poussières industrielles, pneumoconiose, tuberculose pulmonaire. Il faut tenir compte lors de l'embauchage, de l'état et du développement général, de l'état des voies respiratoires, de la capacité respiratoire, de l'intégrité du nasopharynx. Suivant la classification italienne, Pieraccini considère les types suivants :

- les normolignes (homme moyen normal);
- les longilignes, longs et maigres, à apparence phtisique;
- les brevignes, à type apoplectique;
- les arthritiques;
- les lymphatiques.

A côté de ces types « purs », il en existe de très nombreux, constitutionnellement impurs ou mixtes.

Les normolignes doivent être acceptés d'emblée et sans restriction au travail; les longilignes rejetés en masse; les brevignes acceptés s'ils sont solides et musclés, rejetés s'ils sont empâtés, flaccides et d'apparence lymphatique; les adénoïdiens, ainsi que tous les tarés du côté pulmonaire, doivent être éliminés.

Indépendamment du facteur anthropométrique, il importe de tenir compte de la nature des poussières; on sera tolérant lorsque le travail ne met en contact qu'avec des poussières indifférentes ou presque à l'organisme, comme les poussières de farine; on sera surtout circonspect lorsque l'on sera en présence de poussières siliceuses.

IV. — Quels sont les premiers signes d'alarme indiquant la nécessité de quitter l'occupation dangereuse ?

RAPPORTS DES DOCTEURS POLICARD
ET EDME MARTIN.

Dans un rapport très important, les auteurs signalent les difficultés du problème à résoudre, ainsi que les répercussions considérables que sa solution est de nature à entraîner. Il est certain que le travail dans les poussières est toujours dangereux. Un sujet normal peut cependant supporter pendant un temps variable ces mauvaises conditions de travail, mais un moment vient, plus ou moins tardivement, où les moyens de défense fléchissent et où certains troubles apparaissent. Médicalement, il s'impose alors de retirer le travailleur de l'occupation qui devient dangereuse pour lui. La conséquence en est ou bien un chômage forcé, ou bien l'embauchage dans un métier moins rémunérateur; en tous cas, presque toujours une diminution notable du standard de vie. Et les suites apparaissent d'elles-mêmes, avec leur retentissement dans le domaine social ou légal.

Suivons les auteurs qui envisagent d'abord les bases *physiopathologiques du problème*. Ils s'arrêtent en débutant aux différents moyens de protection contre les poussières dans un poumon normal.

Les poussières sont arrêtées, en partie, par les cavités nasales et les bronches; on estime que 50 à 50 % des poussières inhalées arrivent au poumon; de toute importance se révèle l'intégrité des fosses nasales et du pharynx. Parmi les poussières parvenant jusqu'aux alvéoles pulmonaires, certaines se collent aux parois de ces cavités, sont englobées par les phagocytes, cellules de défense venant ou bien de la paroi des alvéoles elles-mêmes ou du sang; avec elles, elles remontent le long des bronchioles et des bronches pour être finalement expectorées. Un certain nombre de particules très fines passent de l'alvéole directement dans le sang; on les retrouve dès lors dans les différents organes et c'est ainsi que l'on s'explique certains empoisonnements par des poussières toxiques. Différentes poussières, suivant un mécanisme encore très obscur, au lieu de prendre la voie sanguine, prennent, dans le poumon, la voie lymphatique, qui emmène, vers les ganglions du hile, les cellules chargées de poussières et facilitent ainsi leur élimination. D'autres poussières, enfin, s'accumulent dans différents points du tissu pulmo-

naire où elles peuvent rester inoffensives plus ou moins longtemps.

Tous ces mécanismes d'excrétion sont encore fort mal élucidés; il est vrai néanmoins que, à l'état normal, l'élimination des poussières est rapide et considérable; expérimentalement, chez des rats soumis à l'inhalation de poussières, après des temps variables, on constate l'élimination rapide et complète de tous les éléments étrangers.

Mais s'il existe dans les mécanismes protecteurs du poumon, vis-à-vis des poussières, des perturbations quelconques, ces mécanismes deviennent insuffisants et l'on assiste alors au développement des « pneumoconioses », c'est-à-dire aux troubles pulmonaires dus à l'action des poussières. Les signes d'alarme indiquant une intolérance se confondent avec la mise en évidence clinique d'un fléchissement de ces mécanismes protecteurs.

Ces signes d'alarme, les auteurs les recherchent dans :

- 1) l'insuffisance nasale;
- 2) l'examen des bronches, les ouvriers souffrant de bronchites diverses présentant une résistance moins grande à l'action des poussières;
- 3) l'examen radiographique des poumons dont l'interprétation est souvent fort difficile. On se demande encore s'il existe une image radiographique non caractéristique d'une lésion, mais indiquant cependant un état d'insuffisance du poumon. Lorsque les images sont l'expression d'un état avancé, il est trop tard pour intervenir;
- 4) La recherche d'une infection pulmonaire latente. A côté des infections banales, parfois de la syphilis, l'attention doit être attirée surtout sur les signes de tuberculose; les rapports entre les pneumoconioses et la tuberculose sont si étroits que l'élimination du travail en milieu poussiéreux s'impose de façon absolue pour tous les tuberculeux, même les plus légers.

Il en est de même des asthmatiques dont l'état de dyspnée et d'essoufflement ne peuvent que favoriser l'accumulation des poussières.

Quels sont les résultats que l'on peut attendre d'une élimination précoce ?

Si celle-ci a eu lieu avant toute lésion, au moment où les moyens de défense étaient encore intacts, on peut espérer une rapide et complète « restitutio ad integrum ». Si, au contraire, le sujet est retiré du travail quand il présente déjà des troubles anatomiques,

révélés par la radiographie, il est trop tard : le mieux que l'on puisse obtenir, c'est que la lésion s'arrête et se fixe; dans de nombreux cas cependant, la lésion progresse malgré tout, même si l'ouvrier abandonne tout travail en milieu poussiéreux.

En conclusion, les auteurs estiment que le refus lors de l'embauchage s'impose aux sujets dont le poumon ne possède que des moyens de défense insuffisants; que l'élimination du travail est indiquée dès que le poumon semble avoir atteint la limite de ses défenses normales.

Un travail par « roulement » paraît constituer une mesure prophylactique très utile.

Ces mesures imposent donc un contrôle très sévère lors de l'embauchage et un contrôle périodique fait de façon scrupuleusement scientifique.

« Ces ouvriers ainsi éliminés, disent en terminant les auteurs, sans indemnités, puisqu'ils sont bien portants et n'ont pas de lésions ni de troubles fonctionnels, que deviendront-ils ? Des chômeurs, le plus souvent. Beaucoup demanderont à être gardés et beaucoup seront gardés du reste. Ces éliminations, si désirables lors du travail dangereux, des sujets incapables de le supporter sans risque devront avoir un corollaire, c'est-à-dire qu'au travail qu'on leur supprime, on substitue un autre travail. Il ne nous appartient pas d'examiner ce point, mais il ne nous était pas possible de l'ignorer. »

RAPPORT DU DOCTEUR DENET-KRAVITZ.

Considérant la partie pour le tout, l'auteur s'en tient surtout à l'étude de la silicose, parmi toutes les autres pneumoconioses possibles. Existe-t-il des maladies dues aux poussières ? « Personne n'en doute. Ce phénomène est-il fréquent ? Le discuter ne pourrait être le fait que du médecin n'ayant jamais l'occasion d'examiner des ouvriers travaillant dans ces conditions; mais celui qui, comme votre serviteur, est chargé d'un service public de radiodiagnostic dans une région telle que le Borinage et de ce fait constate à chaque séance un nombre important de lésions dites pneumoconiotiques, devra s'étonner de la négation du fait par certains aussi bien que de la candeur d'autres phthisiologues de régions non industrielles qui, en ayant par hasard rencontré un ou deux cas, les publient comme des raretés; c'est par centaines que nous en voyons au dispensaire de Mons. »

Quant à savoir l'origine exacte de la maladie, c'est une question non encore élucidée.

Quels sont donc les premiers signes d'alarme de la silicose? Les signes cliniques sont en général nuls; l'examen des expectorations donne des renseignements insignifiants; l'étude du sang en est à ses débuts; seul l'examen radiographique bien fait peut donner des indications; l'auteur prouve son assertion par l'étude d'une série de cas intéressants. Il montre les difficultés pratiques d'un diagnostic différentiel; il s'arrête à la question des granules froides, sortes de tuberculoses sans fièvre, disséminées dans les deux poumons et donnant des films superposables à ceux que l'on constate dans la silicose. « Certains auteurs, dit-il, et non des moindres, ont accordé à des lésions silicotiques l'état civil de la granule froide. Pour moi, cette attribution ne peut tenir et tout en reconnaissant l'existence de cette modalité, je ne puis guère admettre que, à chaque séance de radiodiagnostic que je pratique au dispensaire de Mons, je me trouve devant un nombre appréciable de porteurs de granule froide; je ne puis guère admettre que dans le bassin minier du Borinage, il me serait possible de mobiliser des bataillons entiers, voire des régiments de granules froides, lesquelles se trouveraient à raison de 99 % chez les mineurs. » A côté de l'examen clinique et radiographique, il s'impose de faire l'anamnèse complète de la profession des sujets, d'étudier morphologiquement, chimiquement et optiquement les poussières et d'en tenir compte dans la recherche des signes de début d'une maladie beaucoup plus fréquente qu'on le croit habituellement.

La discussion de ces rapports a porté surtout sur l'existence ou non de la silicose en milieu houiller.

Le Professeur Leclerc, de Lille, signale que la silicose est de loin beaucoup moins fréquente dans le Pas-de-Calais qu'au Borinage; on ne trouve d'ailleurs dans les roches de cette région ni séricite ni mica. Il estime cependant qu'un examen d'embauchage et un autre répété tous les ans s'impose comme mesure prophylactique.

Le Docteur Miller, de Lille, rapporte les résultats d'une enquête à laquelle il a procédé dans un Charbonnage : 72 ouvriers non-mineurs furent examinés, 12 présentaient des images normales, 60 de la sclérose pulmonaire à divers degrés; seuls un facteur et un chauffeur d'auto donnaient une image silicotique typique.

Le Docteur Doubrow, de Paris, souhaite l'établissement d'une terminologie internationale pour l'identification des clichés radio-

graphique; un langage identique est indispensable si l'on veut se comprendre. Pour lui, la nature pneumoconiotique des clichés présentés n'est rien moins que douteuse. Il déclare ses appréhensions au point de vue « réparation » si l'on entre dans la voie prônée par certains et rappelle sa conviction que silicose se confond presque toujours avec tuberculose.

En conclusion du débat, le Professeur Téléky, de Vienne, signale encore toutes les difficultés que présente actuellement le problème du diagnostic différentiel de la silicose.

DEUXIEME QUESTION

L'ACTION PATHOLOGIQUE DES GAZ
S'ÉCHAPPANT DES VEINES GRISOUTEUSES.

Cette question était divisée en deux sous-questions :

- a) Quelle est la nature des gaz s'échappant des veines grisouteuses? Leur dépistage et leur prévention.

Rapporteurs : M. l'Ingénieur Breyre (Bruxelles).

M. l'Ingénieur Leprince-Ringuet (Paris).

- b) Quels sont les effets physiologiques et pathologiques des gaz?

Rapporteurs : Dr Sayers (Washington).

Dr Flury (Wursburg).

Dr Hautain (Fontaine-l'Évêque).

I. — Quelle est la nature des gaz s'échappant des veines grisouteuses?

RAPPORT DE M. BREYRE.

Le rapport très documenté de M. Breyre comporte quatre parties. Dans un premier chapitre, l'auteur passe en revue les gaz émis par les couches de houille exploitées en Belgique ou rencontrés dans les mines de notre pays. Un second chapitre expose le résultat de longues et multiples investigations sur les quantités de grisou émises. Le chapitre troisième résume les connaissances acquises en matière de dépistage. Le quatrième, enfin, traite de la prévention.

L'auteur parle tout d'abord des gaz dégagés par nos couches de houille au cours de leur exploitation ou rencontrés dans nos charbonnages.

Quelques gaz sont exceptionnels; il suffira de les citer, sans plus, pour débayer le terrain.

L'anhydride sulfhydrique (H_2S) que l'on n'a jamais signalé chez nous en massif vierge; l'oxyde de carbone (CO) qui ne se rencontre qu'en cas d'incendie; l'anhydride carbonique (CO_2) résultant de la vie animale et de la consommation des bois, en faible quantité, sans aucun danger d'asphyxie, sauf le cas spécial de travaux abandonnés.

Il n'existe pas chez nous de veines dégageant du CO_2 , comme on en signale dans certains bassins français.

Citons, pour mémoire, les gaz ou vapeurs nitreuses dégagées par le tir des explosifs, rapidement noyées dans le courant d'air.

Mais tous ces gaz exceptionnels ont une importance tout à fait secondaire vis-à-vis du gaz rencontré quotidiennement et connu sous le nom générique de *grisou*.

L'élément principal du grisou est le méthane (CH_4). L'Institut National des Mines a procédé, de 1930 à 1934, à une longue étude sur la composition exacte des grisous belges de toute provenance : grisous prélevés par sondage dans les veines de houille, grisous se dégagant par des cassures ou soufflards, grisous recueillis en terrains vierges ou exploités.

La méthode d'analyse était extraordinairement sensible pour la recherche des constituants à très faible teneur; grâce à l'usage de l'air liquide et de la silice colloïdale, on fractionne à la température de -190° C le grisou en deux groupes de gaz condensables ou non condensables; on subdivise ces groupes qui sont repris par les procédés courants de la chimie.

L'hydrogène, l'hélium et le néon échappent à toute condensation et sont isolés immédiatement.

L'azote, l'oxyde de carbone, l'oxygène, le méthane sont retenus sur la silice colloïdale à la température de l'air liquide.

Un troisième groupe comprend les hydrocarbures saturés (moins le méthane), l'acide carbonique — et s'il y en avait — l'hydrogène sulfuré, les hydrocarbures oléfiniques et acétyléniques.

Les conclusions générales de cette longue étude sont les suivantes : le méthane (CH_4) est l'élément principal de nos grisous; sa teneur descend rarement en dessous de 95 %, la moyenne est de 97 %, mais certains grisous titrent plus de 99 % de méthane.

La teneur en méthane est à ce point prépondérante qu'elle imprime au grisou ses propriétés et qu'au point de vue de la lutte contre les dangers du grisou, on peut le considérer comme étant constitué exclusivement de méthane.

Comme autres hydrocarbures, on ne rencontre dans les grisous belges que l'éthane (C_2H_6). Il existe en faible quantité dans la plupart des grisous, mais il n'est en proportion quelque peu importante que dans quelques-uns et il ne dépasse jamais 3 %.

Aucun de nos grisous ne renferme d'homologue supérieur à l'éthane. C'est ce qui les différencie notamment des gaz émis dans les mines de potasse d'Alsace ou de pétrole de Pechelbronn, où l'on trouve des hydrocarbures supérieurs.

D'autre part, aucun de nos grisous ne contient d'hydrocarbures non saturés.

L'anhydride carbonique (CO_2) est présent dans la plupart des grisous, en assez faible quantité d'ailleurs (moins de 3,5 %).

L'azote se rencontre dans nombre d'entre eux, mais la teneur reste faible; il a été enregistré exceptionnellement jusqu'à 6 %.

Quant à l'hydrogène, il est totalement absent dans la plupart de nos grisous; il se rencontre en quantité très faible dans quelques-uns d'entre eux; le maximum obtenu est de 0,23 %, teneur qui peut altérer en rien les qualités résultant de la prédominance du méthane.

Une constatation curieuse est la présence de gaz rares dans nos grisous et notamment de l'hélium. On sait que les Etats-Unis extraient, des gaz naturels qu'ils exploitent, l'hélium nécessaire à leurs dirigeables; dans nos grisous, la teneur en hélium (maximum, 0,33 %) ne permet pas, bien entendu, d'envisager une exploitation industrielle.

On peut discuter longuement sur l'origine de l'hélium dans nos grisous. En général, la teneur est la plus élevée dans les terrains entièrement vierges.

L'oxyde de carbone est absent de presque tous les grisous; quelques-uns en renferment des traces, deux seulement avaient une teneur appréciable estimée à 0,03 %. Il est d'ailleurs possible que ces traces d'oxyde de carbone résultent d'une oxydation partielle par l'air du charbon frais des parois du sondage de captation.

La composition moyenne de nos grisous se trouve donc résumée au tableau suivant :

	Minimum	Maximum	Moyenne
Méthane (CH_4)	92,91	99,60	97,31
Ethane	0,008	2,785	0,447
Azote	0	6,13	1,47
Anhydride carbonique	0,034	3,375	0,727
Hélium et néon	0,0005	0,3302	0,0408
Hydrogène	0	0,2355	0,0136

Quantités de grisou émises par nos couches.

Les recherches méthodiques sur le débit grisouteux des chantiers sont longues et minutieuses.

Comme le gaz se dégage par l'ensemble de la surface du charbon mis à nu et par les fissures des terrains encaissants, il est impossible de le capter; il faut donc relever la teneur en grisou dans le retour d'air, en même temps que l'on mesure le volume du courant ventilateur. On peut ainsi déduire la quantité totale de grisou dégagée en un temps donné par un chantier ou par un ensemble de travaux. Les opérations doivent se faire simultanément et se répéter à intervalles rapprochés si l'on veut avoir une idée exacte de la loi de variation du débit gazeux au cours de la journée de vingt-quatre heures pendant lesquelles le poste d'abatage ne comprend généralement que huit heures, parfois seize (deux postes).

L'auteur a opéré de la sorte pour toute une série de chantiers dans le bassin de Liège et à Charleroi.

Comme cette façon d'opérer exigeait un nombreux personnel, il a été amené à simplifier en réalisant un appareil autocalqueur : il comprend douze flacons remplis d'eau avant le début de l'expérience; un appareil d'horlogerie commande l'ouverture successive, à chaque intervalle horaire, des flacons placés en cercle dans l'appareil. Chaque flacon se remplit donc de l'atmosphère qui existait dans la galerie à la fin de chaque heure.

Après douze heures, on remplace les flacons. En même temps, un anémomètre enregistreur placé au-dessus de l'encadrement de l'appareil donne le volume d'air.

L'analyse des échantillons recueillis fixe sur le débit de grisou.

On a opéré de la sorte sur une série de chantiers du Borinage notamment. Voici brièvement les résultats de ces expériences :

1°) La teneur en grisou ne s'annule jamais, le dégagement ne cesse pas avec l'abatage; ceci prouve que le gaz ne provient pas seulement du front de taille, mais des cassures en arrière des tailles, des remblais, etc.

Dans certains cas, la preuve a été faite que le gaz recueilli en tête des tailles ne correspondait pas même à la moitié du gaz dégagé;

2°) Le poste d'abatage amène généralement une augmentation de la teneur à la fin du poste ou parfois quelque temps après la fin de ce poste, par exemple lorsqu'il existe dans le toit de la couche un veinat lui-même grisouteux;

3°) Dans les mines à dégagements instantanés, l'irrégularité du dégagement de gaz est caractéristique en ce sens que certains jours le dégagement de gaz est pratiquement nul, tandis qu'à d'autres périodes il est abondant;

4°) Les accidents géologiques, failles, crains, etc., découpent des zones à débits différents.

Après avoir étudié ainsi divers chantiers pendant 24 heures, M. Breyre a pu étendre son enquête grâce à la collaboration de l'Administration des Mines qui a adressé des échantillons de tous les retours d'air des mines du pays avec les indications relatives au prélèvement, au courant d'air, etc.

En utilisant les résultats moyens déduits de l'étude des chantiers observés directement, il a été possible de tirer de cet ensemble des conclusions sur les quantités dégagées par nos chantiers. Les voici :

Il y a des couches qui ne débitent absolument aucune trace de grisou (mais ce caractère ne se maintient pas généralement en profondeur).

Le débit peut atteindre 208 mètres cubes à la tonne de charbon extraite et même plus dans certains chantiers exceptionnels à faible production dans un quartier neuf.

Les situations sont d'ailleurs sujettes à changement : par exemple deux sièges de Mons, à dégagements instantanés, ne donnant aucune trace de grisou dans l'enquête de 1934, débitent des quantités notables en juin 1935.

Généralement, dans un siège donné, il y a des chantiers à grand dégagement et d'autres très peu grisouteux; aussi les chiffres records cités plus haut pour les chantiers ne se rencontrent pas pour l'ensemble d'un siège d'exploitation.

Voici quelques chiffres :

Pour les 172 sièges d'exploitation belges, on trouve en 1934 :

6	sièges	débitant plus de 100 m ³ /T.
17	»	» de 50 à 100 m ³ /T.
35	»	» de 25 à 50 m ³ /T.
102	»	» de 0 à 25 m ³ /T.
12	»	» 0

172

Notre classification des mines grisouteuses s'est trouvée, dans l'ensemble, confirmée par ce long travail.

Pour l'ensemble du pays, le débit grisouteux est de l'ordre de 20 mètres cubes par tonne extraite.

A titre de curiosité, l'auteur signale que la quantité de gaz dégagée par 24 heures par nos charbonnages est de l'ordre de 1.500.000 mètres cubes.

Mais n'oublions pas que ce gaz est noyé dans quelque 850 millions de mètres cubes d'air, débit journalier des ventilateurs de nos mines.

Dépistage.

Des appareils à indications immédiates sont indispensables. Le dépistage du grisou se fait encore le plus facilement à l'aide de la lampe de mineur. Lorsque l'on fait le petit feu, c'est-à-dire lorsque l'on réduit la flamme à un point lumineux, on observe aisément l'aurole bleue que donne la combustion du grisou s'il est présent dans l'air. La forme et les dimensions de l'aurole donnent une mesure de la teneur en grisou pour les taux compris entre 1 1/2 et environ 6 %. Un peu en dessous de cette dernière teneur, la lampe s'éteint; c'est la caractéristique de toutes nos lampes de sûreté de s'éteindre — faute de pouvoir évacuer l'excédent de gaz brûlés — avant que la teneur de propagation de l'inflammation ne soit atteinte. Une lampe de sûreté à deux toiles et cuirasse ne met le feu au grisou que si elle est en mauvais état d'entretien.

On a imaginé de nombreux appareils pour détecter le grisou; la multiplicité de ces appareils montre à elle seule qu'aucun n'a la simplicité ni la sécurité voulue pour prétendre supplanter la lampe, à la portée de tout mineur averti.

Quelques réalisations sont des appareils d'alarme tels que « Ringrose » ou le « Spiralarm ». On utilise la chaleur dégagée par la combustion du grisou autour de la flamme de la lampe pour provoquer la fermeture du circuit d'une petite lampe électrique à globe rouge par exemple.

Ces appareils sont réglés pour une teneur donnée en grisou, par exemple 2 1/2 %. Ils sont délicats et assez coûteux, de telle sorte que leur généralisation ne se pose pas encore.

Parmi les appareils à indications immédiates qui sont à la fois un grisoscope et un grisomètre, un des mieux étudiés est l'appareil Léon-Montluçon qui se base sur le déséquilibre d'un pont de Wheaststone lorsque deux des boucles sont plongées dans un milieu grisouteux.

D'autres appareils, tels que le Daloz ou le Mac-Luckie, mesurent la contraction due à la combustion du grisou contenu dans un volume donné d'air. On provoque la combustion du grisou au contact d'un filament métallique : le grisou, en brûlant, donne $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. L'eau se condense, il y a donc une contraction égale au double du volume du grisou contenu dans l'atmosphère.

Le dépistage est un contrôle quotidien indispensable, mais pour

organiser la lutte raisonnée contre le grisou, il faut des analyses méthodiques, établissant le régime grisouteux des divers chantiers. Ces analyses font partie du programme de prévention.

Prévention.

Un mélange d'air et de méthane, lorsque la teneur de celui-ci reste en dessous de 6 % environ, ne propage pas une flamme. A ces taux, le grisou brûle autour des flammes (c'est l'origine des auroles), mais ne transmet pas d'inflammation dans sa masse.

A partir de 6 %, le mélange air-méthane propage la flamme avec une vitesse croissante jusqu'aux environs de la teneur de 10 %, puis avec une vitesse moindre — car la quantité d'oxygène devient déficitaire — jusqu'aux environs de 14 %.

Lorsque la teneur en méthane dépasse 14 %, le mélange ne propage pas une flamme par suite du manque d'oxygène. Mais à partir de cette teneur, par suite même de cette déficience d'oxygène, le mélange est asphyxiant.

La zone dangereuse s'étend donc : 1°) au point de vue de l'explosion, entre les teneurs de 6 et de 14 %, et 2°) au point de vue de l'asphyxie, à toutes les teneurs dépassant 14 %.

Dès lors, il n'y a qu'une seule façon de se prémunir : c'est de réaliser une ventilation telle que jamais la teneur explosible ne soit atteinte en aucun point des travaux.

Il ne suffit pas pour cela de se tenir tangent à la limite de 6 %; il faut un coefficient de sécurité, car un incident imprévisible — par exemple un éboulement donnant issue à une venue de grisou — peut faire monter localement la teneur à la limite dangereuse.

Evidemment, dans les chantiers grisouteux, on ne peut faire usage que de lampes de sûreté, d'explosifs classés spécialement et dans d'étroites limites d'emploi, d'appareils électriques ou autres anti-déflagrants, etc.

Mais la sécurité ne s'obtient que par la superposition des précautions. La mesure primordiale est la suivante : éviter l'existence du mélange explosible.

Les divers règlements fixent le coefficient de sécurité en spécifiant la teneur maximum à tolérer dans l'air des chantiers.

Pour être pratique, la teneur en grisou ne devrait jamais dépasser 2,5 % lorsque l'on dispose de moyens d'aérage puissants, réguliers,

bien organisés. C'est là une teneur maximum qui exige de se tenir normalement en dessous.

Pour organiser méthodiquement la distribution de l'aérage, il est indispensable de connaître l'émission gazeuse de chaque chantier. Si l'on veut limiter à 1 % la teneur moyenne d'un chantier de 200 tonnes débitant 30 m³ de grisou à la tonne, il est indispensable de faire passer dans le chantier : $30 \times 200 \times 100 = 600.000$ m³ par 24 heures, soit environ 6 m³ par seconde.

La seule façon de connaître l'émission gazeuse d'un chantier est de déterminer périodiquement les teneurs en grisou des différentes voies de retour d'air et les cubes d'air y circulant.

Il faut pour cela avoir recours à l'analyse des échantillons d'air prélevés dans les travaux. Le prélèvement en lui-même ne présente aucune difficulté. Quant à l'analyse, deux types principaux d'appareils existent. Les uns sont basés, comme déjà dit, sur la combustion du grisou et mesurent ou la contraction du volume ou la dépression causée par la combustion, si l'on opère à volume constant.

Quoique simples d'apparence, les appareils à combustion exigent des opérateurs habiles et instruits et donnent lieu à certaines erreurs. D'autres appareils utilisent la méthode de la limite d'inflammabilité.

Un mélange d'air et de gaz combustible se trouve à la limite inférieure d'inflammabilité lorsqu'il renferme le strict minimum d'éléments combustibles permettant la propagation d'une flamme dans toute la masse. L'addition d'une très petite quantité d'air à un mélange de l'espèce empêche la propagation ou du moins la rend incomplète.

En principe, la méthode d'analyse par la limite d'inflammabilité consiste à réaliser, dans une burette graduée, un mélange se trouvant exactement à la limite inférieure d'inflammabilité; on obtient le mélange par tâtonnements en ajoutant à l'air grisouteux de la mine, une quantité mesurée de gaz combustible étalon, de caractéristiques bien déterminées.

Connaissant la quantité de gaz ajoutée pour atteindre la limite d'inflammabilité, on en déduit aisément la teneur initiale, c'est-à-dire la teneur de l'air à examiner.

La disposition de l'appareil Lebreton et d'une burette graduée spéciale facilite beaucoup les manipulations diverses nécessaires pour réaliser la limite d'inflammabilité.

Aussi l'appareil peut être manié par un opérateur consciencieux, sans aucune instruction spéciale. Il donne des indications exactes

à moins d'un demi-dixième pour cent, ce qui est tout à fait suffisant pour la pratique courante.

Pour chaque charbonnage, le gaz-étalon — gaz de fours à coke, gaz de ville, grisou — est toujours de composition peu variable, ce qui permet l'établissement d'abaques, diagrammes ou tableaux donnant immédiatement le résultat des essais sans devoir se livrer à des calculs. Une analyse dure environ dix minutes.

La grisoumétrie bien organisée constitue de la prévention; dès l'origine, on surveille de loin le danger, on proportionne les moyens de ventilation au développement éventuel du chantier.

En dehors de la dilution du méthane dans le courant ventilateur, on a recherché parfois des substances qui, additionnées à faible dose au méthane, en modifieraient le caractère, lui enlèveraient son inflammabilité ou relèveraient sensiblement la limite d'inflammabilité. Ces corps sont dénommés « inhibiteurs » par les expérimentateurs anglais, « doovers » par un expérimentateur néerlandais.

Quelques essais ont bien montré l'influence de quelques corps rares, du bromure d'éthylène par exemple. Jamais, semble-t-il, on ne pourrait assurer, par ces réactifs, l'inocuité du grisou qu'en certains points bien déterminés, localisés par leur danger, tel par exemple les charges d'explosifs.

Mais en cette matière, la gaine imaginée par Lemaire et consommée en Belgique à raison de 5 millions de cartouches annuellement, paraît une solution plus certaine.

RAPPORT DE M. LEPRINCE-RINGUET.

M. F. Leprince-Ringuet, Inspecteur général des Mines de France, fait rapport sur les gaz dégagés par les exploitations minières.

Un premier chapitre traite de la nature des gaz des mines. L'auteur passe rapidement sur ce sujet, beaucoup de détails donnés par M. Breyre s'appliquant aux gaz de mine français.

Les grisous de la plupart des bassins miniers français sont analogues aux grisous belges : tel est le cas des gaz émis par les couches du Nord, du Pas-de-Calais, de la Loire, de la Moselle, de l'Aveyron.

Les gaz émis dans les exploitations du Gard forment un cas particulier, l'acide carbonique se substituant au méthane en tout ou en partie à tel point qu'on y rencontre à peu près toute la gamme des mélanges possibles.

Dans les mines de potasse d'Alsace, on voit apparaître, à côté des hydrocarbures CH_4 et C_2H_6 , des hydrocarbures supérieurs (propane, butane, etc.).

Enfin, dans les mines de pétrole (Pechelbronn), les gaz émis renferment une plus forte proportion d'hydrocarbures supérieurs.

A côté des gaz émis et prélevés en chantier, M. Leprince-Ringuet a étudié les gaz dégagés à la température ordinaire par la houille broyée dans le vide. On n'a pas retenu les déterminations d'azote qui pouvaient être influencées par des rentrées d'air accompagnées d'une oxydation rapide de la fine poussière de charbon. L'intérêt principal de ces essais réside dans la proportion considérable d'éthane que donnent certaines houilles, peu grisouteuses, alors que cet hydrocarbure est en quantité très faible dans le grisou émis en chantier.

Le chapitre II du rapport de M. Leprince-Ringuet traite de l'allure du dégagement gazeux dans la conduite de l'exploitation.

On a l'habitude d'apprécier le régime grisouteux d'un siège d'extraction par le dégagement de gaz à la tonne extraite. C'est, en effet, pour un siège suffisamment développé, l'élément d'appréciation le moins variable dans le temps. L'auteur en cite divers exemples très probants.

Le dégagement s'accroît avec le développement de l'extraction, se réduit avec sa restriction. Mais dans une mine, il existe tout un réseau de galeries et de fractures qui assurent une certaine constance au débit gazeux : celui-ci ne s'annule donc pas par l'arrêt de l'extraction et l'on voit, pendant un chômage dû à une grève, le débit diminuer, mais lentement.

Dans la pratique, on se préoccupe moins du dégagement total du siège que du dégagement de chacun des quartiers d'exploitation, car c'est ce dernier qui conditionne la répartition du courant d'air.

Ici, les écarts sont souvent considérables d'une veine à l'autre, dans un même siège d'extraction.

Les sources et les circonstances du dégagement du grisou sont analysées par l'auteur :

a) Les soufflards se produisent soit à travers-bancs, soit à proximité des veines, ou même en veine : sources abondantes, généralement temporaires, dont quelques exemples impressionnants sont donnés;

b) Les traçages en galeries de préparation en veine : ces travaux sont toujours le siège de drainage important du grisou;

c) La taille proprement dite ou le front d'avancement des chantiers d'exploitation, qui forme un élément important, mais rarement prépondérant.

L'auteur en donne un exemple remarquable dans une longue taille cyclique de 200 mètres d'un charbonnage très grisouteux de la Moselle : au bas de la taille, l'air est déjà chargé de grisou dont le débit varie de 2 à 15 litres par seconde; au premier tiers de la taille, le débit varie — suivant les diverses opérations du travail — de 20 à 60 litres; au second tiers, il est de 37 à 65 litres; au sommet, de 48 à 85 litres.

Dans d'autres mines, on n'observe pas de variations aussi régulières, aussi étroitement liées avec les diverses opérations de l'abatage.

Certains chantiers très grisouteux décèlent une constance presque absolue du grisou (dans le Nord par exemple).

D'une manière générale, le débit de grisou est maximum vers la fin du poste à charbon;

d) Le cas de certaines mines à dégagement d'acide carbonique est tout particulier. Les proportions de méthane et d'acide carbonique sont très variables : le dégagement de l'acide carbonique accompagne exactement l'abatage, tandis que le grisou se draine en partie comme dans les autres mines;

e) Le dégagement du grisou est nettement influencé par la pression de l'air au point de dégagement et l'auteur donne des exemples curieux de modifications du régime grisouteux par l'arrêt du ventilateur de la mine. Cet arrêt modifiant la pression qui règne dans la mine, change le régime du dégagement;

f) Le dégagement en arrière de la taille est mis en évidence par des mesures faites le plus près possible du front d'avancement, puis à une certaine distance en arrière. Citons quelques exemples pris dans le Nord et dans le Pas-de-Calais :

1) couche d'un mètre vingt, remblai partiel : à front, 45 % du dégagement, 55 % sur les cent mètres en arrière; ce dernier dégagement ne variant pas sensiblement pendant les jours de chômage;

2) veine d'un mètre, passée au mur, remblai partiel : à front, 37 % du dégagement, le reste à 50 mètres dans le retour, au delà d'un plan incliné qui laisse passer un important volume d'air;

5) veine avec passées au toit, exploitation par fausses-voies; 45 % du dégagement à 10 mètres du front, 57 % sur les 220 mètres suivants.

Il se produit donc un dégagement important tant par les remblais eux-mêmes que par les cassures qui prennent naissance en arrière des fronts;

g) Au cours de l'exploitation d'un chantier ou d'un quartier se produisent des variations de débit dans le temps; généralement, le débit augmente pendant des mois jusqu'à un maximum, puis diminue vers la fin de l'exploitation;

h) Le rôle des dépressions barométriques est comparable à celui de la mise en marche ou de l'arrêt d'un ventilateur : il y a parallélisme entre le dégagement de grisou et la dépression barométrique, mais les vides des vieux travaux ne peuvent y intervenir que dans une faible mesure; c'est la venue du massif lui-même, influencée par la pression régnant au point de dégagement, qui est l'élément le plus sensible de ces variations.

L'auteur donne quelques renseignements sur les gaz des feux souterrains : les plus intéressants sont ceux recueillis avant la fermeture des barrages isolant les quartiers incendiés; le retour d'air s'appauvrit en oxygène, se charge en acide carbonique et peut contenir des doses très toxiques d'oxyde de carbone.

Au contraire, après la suppression de l'aérage, le milieu devient rapidement très pauvre en oxygène, s'enrichit encore en acide carbonique, l'oxyde de carbone disparaît et la teneur en méthane peut devenir considérable.

Dans le chapitre III de son étude, M. Leprince-Ringuet résume sa substantielle et très intéressante documentation et indique les notions de dépistage et de prévention.

La prévention consiste à ne jamais dépasser la teneur de 1 % de grisou dans les retours d'air et à maintenir l'aérage ascensionnel.

Le danger d'asphyxie peut venir d'accumulations locales, de court-circuits d'aérage, etc. La lampe à flamme, qui s'éteint dans un air appauvri en oxygène, avertit du danger d'asphyxie. A ce point de vue, la lampe électrique, qui se répand de plus en plus, présente une lacune à laquelle il faut remédier par une inspection régulière à la lampe à flamme.

C'est aussi la lampe de sûreté à flamme qui est le moyen le plus efficace et le plus pratique pour dépister une accumulation locale de gaz et pour apprécier des teneurs supérieures à 1 %.

Il y a divers autres détecteurs déjà cités par M. Breyre; il faut, en plus, une organisation bien conçue du laboratoire de grisométrie, qui permet de surveiller les régimes grisouteux des quartiers et de répartir la ventilation d'après leurs besoins.

II. — Quels sont les effets physiologiques et pathologiques des gaz ?

RAPPORT DU DOCTEUR FLURY.

Quand on parle d'« air des mines », il importe de préciser les termes que l'on emploie. L'air des mines, en effet, renferme une foule d'éléments; il y a d'abord le grisou, dont la composition variable est cependant bien connue; il y a les gaz provenant des explosions et des incendies, de même que les éléments de viciation de l'air provenant de la vie des hommes et des animaux. Il existe dans le charbon des combinaisons volatiles qui se mélangent à l'air spontanément et surtout pendant le morcellement, lors de l'abatage. A côté d'éléments bien connus, comme le méthane, l'éthane, le propane, il existe des constituants moins volatiles, neutres, basiques et acides, des composés avec ou sans oxygène, des phénols et d'autres combinaisons hydroxylées. Il faut y ajouter l'acide carbonique qui, avec le méthane, constitue l'élément principal des impuretés de l'air des mines.

Il faut faire intervenir, en outre, l'appauvrissement de l'air en oxygène et des facteurs physiques nombreux : pression atmosphérique, humidité, température élevée et variable, influence des radiations, etc.

L'action chronique de tout ce complexe n'est pas connue jusqu'ici; on ne connaît rien de l'influence que peut avoir l'inhalation, pendant des années, d'un air ainsi modifié. Il importe cependant de considérer d'une part le manque d'oxygène et la présence de narcotiques de la série méthane, et d'autre part les statistiques qui indiquent toute une série de troubles de la santé chez les mineurs. Le jugement est rendu difficile par l'accumulation extraordinaire des causes de viciation. Il n'y a pas de doute, cependant, que les facteurs toxiques interviennent, et probablement dans une plus forte mesure qu'on ne l'a admise jusqu'ici. Le manque d'oxygène diminue la résistance générale; l'acide carbonique produit le même effet que le

travail physique. Où les données paraissent plus certaines, c'est du côté du système nerveux, le système le plus avide d'oxygène et le plus sensible aux toxiques. Parmi les troubles nerveux polymorphes que l'on rencontre, il faut citer surtout le nystagmus des mineurs. Le nystagmus doit être considéré comme une forme particulière de névrose professionnelle ayant à sa base un trouble de coordination. L'explication la plus simple de son origine doit être cherchée dans une action toxique sur les centres nerveux intéressés. Parmi les substances à incriminer, viennent en premier plan les dérivés du méthane, les narcotiques, l'alcool, puis l'oxyde de carbone, la benzine, etc. Il semble incontestable, d'après l'auteur, que les gaz, et surtout le méthane, créent à la longue une prédisposition toxique qui favorise le déclenchement du nystagmus.

La preuve de tous ces faits n'existe cependant pas de façon absolue; il y a là matière pour des travaux systématiques et de longue haleine qu'il serait souhaitable de voir entreprendre, en vue surtout de l'amélioration des conditions de travail.

RAPPORT DU DOCTEUR HENDERSON.

Ce rapporteur n'a pas poursuivi l'étude de l'action toxique des gaz de mines; il a envisagé surtout les moyens de traitement des asphyxies, tels qu'ils sont utilisés en Amérique. La méthode de réanimation pratiquée aux Etats-Unis utilise des inhalateurs spéciaux, comportant un mélange d'oxygène avec 7 % d'anhydride carbonique.

RAPPORT DU DOCTEUR HAUTAIN.

Cette étude importante est la conclusion d'une série d'expériences réalisées par l'auteur à l'Institut National des Mines. Jusqu'au moment où il les entreprit, le docteur Hautain, se basant sur des cas nombreux qu'il eut l'occasion de constater et sur un incident dont il fut personnellement victime, estimait que l'action du méthane était autre que celle d'un simple gaz inerte se substituant à l'oxygène dans l'air respirable. Il ne pouvait admettre que l'absence d'oxygène seule pût expliquer l'apparition soudaine d'un état asphyxique, sans « aura », sans signe prémonitoire aucun; il estimait que le grisou, sans être un toxique au sens propre du mot, c'est-à-dire agissant par altération ou destruction de certains tissus

ou organes, offensait profondément le système nerveux central, le réduisant à l'impuissance, se comportant en somme comme le chloroforme.

L'auteur a commencé son enquête par l'interrogatoire et l'examen de nombreux ouvriers ayant travaillé dans des chantiers grisouteux, sans avoir jamais subi d'asphyxie avec perte de connaissance. Il n'a relevé chez eux aucun phénomène pouvant être attribué à l'action du gaz des mines. Procédant ensuite à l'interrogatoire et à l'examen d'un certain nombre d'ouvriers ayant subi l'asphyxie avec perte complète de connaissance, il en déduit les conclusions suivantes : en général, les mineurs sentent le grisou; lorsqu'ils sont pris par le gaz, ils tombent sans connaissance, sans aucun prodrome. S'ils tombent dans un endroit bien aéré, ils se remettent rapidement et ne conservent aucun souvenir de l'incident; ils reprennent le travail après quelques minutes. Si les conditions d'aération sont mauvaises, ou bien les victimes sont enlevées et mises dans le courant d'air, ou bien la mort est rapide et brutale. L'histoire de quelques accidents décrits par le docteur Hautain démontre que lorsque la respiration spontanée peut se rétablir, l'élimination du méthane s'effectue rapidement et la sortie du gaz de l'organisme est suivie, avec régularité, de la disparition des symptômes que sa présence provoquait. A part quelques céphalées, de l'amnésie et des nausées dont les ouvriers sont atteints au moment où ils viennent de prendre leur repas, aucun symptôme n'attire l'attention. Utilisant enfin toute la documentation médicale abondante de la Caisse de Prévoyance de Charleroi, l'auteur en conclut que les maladies chroniques des mineurs (troubles respiratoires, emphysème, troubles cardiaques, etc.) n'ont aucun rapport avec l'absorption de gaz des mines.

Dans la deuxième partie de son rapport, l'auteur rappelle avec détails toutes les expériences auxquelles il a procédé pour étudier l'action du méthane. Ses expériences ont été faites sur des animaux (chiens ou cobayes) soumis d'abord, dans des cages fermées, à l'action de l'hydrogène ou de l'azote dans le but d'en comparer les résultats avec ceux qu'il obtiendrait en soumettant les animaux à l'action du méthane. Il a répété les mêmes expériences en soumettant les mêmes animaux à l'action progressive de doses croissantes de grisou ou de méthane ajoutée à l'air atmosphérique. Ces expériences ont démontré de façon absolue que l'action du méthane est nulle aussi longtemps que la proportion d'oxygène contenue dans l'air des cages ne tombe pas en dessous de 5 %; dans une atmosphère con-

tenant 8 % d'oxygène et 37 % de méthane, un chien demeure pendant huit heures sans manifester de troubles asphyxiques ou autres.

Enfin, poursuivant ces recherches, l'auteur a poussé l'action du gaz jusqu'à déterminer l'asphyxie mortelle des animaux témoins, en les plaçant dans une atmosphère fortement grisouteuse (75 %). Des analyses du sang des animaux autopsiés, avec examen spectroscopique et des analyses anatomo-pathologiques, n'ont révélé aucune lésion récente quelconque.

En conclusion, l'auteur en arrive à l'absence d'action physiologique ou pathologique du grisou, les asphyxies qu'il entraîne devant être attribuées en totalité à l'absence ou à l'extrême raréfaction de l'air respiré.

La carbonisation, la valorisation des fines maigres et la fabrication des combustibles domestiques

PAR

M. HENRI VERDINNE,

Ingénieur en Chef, Directeur des Travaux

à la Société Anonyme des Charbonnages d'Aiseau-Prezle, à Farciennes.

INTRODUCTION

Au cours du cycle de conférences données à Mons, en 1933, sur la valorisation du charbon, il a été émis l'opinion (1) que la création dans notre pays d'usines de distillation à basse température serait de nature à apporter quelques améliorations à la situation du marché charbonnier.

Enoncée sous cette forme générale et appliquée au marché belge, cette affirmation nous paraît devoir appeler quelques réserves.

Dès qu'on se place sur le terrain de la vente, il n'est plus possible de raisonner en général, comme il est légitime de le faire pour les facteurs de la production : tonnages, rendements, prix de revient en salaires, etc. On est obligé de se souvenir que le terme « charbon » désigne en réalité de nombreuses variétés de combustibles ayant des propriétés différentes et chacune, par conséquent, son marché particulier.

En Belgique, l'Administration des Mines distingue officiellement quatre sortes de charbons, suivant leur teneur en matières volatiles.

L'importance de leurs marchés respectifs résulte du tableau ci-après :