

M É M O I R E

Les minéraux qui causent la silicose

D'APRÈS

le Docteur William R. JONES.

D. Sc. — D. I. C. — F. G. S. — M. I. M. M.
du Département Géologique Impérial,
Collège de Science et de Technologie, Londres.

(Traductions, résumés et notes par A. Hankar-Urban.)

Ingénieur A. I. A.

AVANT-PROPOS

Cet article comprend quatre parties :

I. — La première, de beaucoup la plus importante, est la traduction (1), par le soussigné, de la communication du 3 août 1933 de M. le Docteur William R. Jones, publiée avec l'autorisation du « Committee on Industrial Pulmonary Diseases, British Medical Research Council », sous le titre : « Silicotic lungs — The minerals they countain » dans le numéro d'août 1933 de *The Journal of Hygiene* de Londres (pages 307 à 329) et traduite

(1) Traduction aimablement autorisée par l'auteur et les Editeurs de la revue « The Journal of Hygiene » de l'article du Docteur Jones publié dans le numéro d'août 1933, sous le titre « *Silicotic Lungs : The Minerals they countain* », avec l'autorisation du Comité des Maladies Pulmonaires Industrielles du Conseil des Recherches Minérales.

par le soussigné avec l'aimable autorisation de l'auteur et des éditeurs de cette revue.

N. B. — Pour ce travail et son *Economic Geology*, le Dr Jones s'est vu attribuer le prix du Wollaston Fund, par la Geological Society de Londres l'an dernier, et la médaille d'or de l'Institut des Mines et de Métallurgie de Londres.

II. — La communication susdite du Dr. Jones renversait complètement les bases des théories en cours jusqu'alors quant aux minéraux auxquels il faut attribuer une action prépondérante dans la production de la silicose. Elle eut un grand retentissement en Afrique du Sud où, on le sait, la silicose cause de forts ravages parmi les travailleurs du fond dans les Mines d'Or du Witwatersrand. L'auteur fut invité à venir exposer et discuter ses théories à Johannesburg par les deux importantes sociétés : La *Chemical Metallurgical and Mining Society of South Africa* et la *Geological Society of South Africa*, réunies.

Une première conférence, présidée par M. Hans Pirow, Ingénieur des Mines du Gouvernement et honorée de la présence de M. le Ministre des Mines de l'Afrique du Sud, réunissant 240 membres et invités fut tenue le 18 septembre 1933 à Johannesburg. Le Dr. Jones y exposa ses travaux et leurs résultats; son exposé fut suivi d'une discussion. Celle-ci n'ayant pas épuisé le sujet, une seconde réunion fut tenue onze jours plus tard (le 29 septembre 1933) au même lieu. Elle put encore réunir 140 auditeurs. Le compte-rendu de ces mémorables assises fut publié conjointement par les deux sociétés organisatrices.

C'est une traduction résumée des discussions, dans ce qu'elles peuvent avoir d'utile pour les lecteurs belges, qui constitue la seconde partie de cet article.

III. — La troisième partie est le résumé du compte-rendu de la conférence et des discussions qui eurent lieu à l'*Institution of Mining and Metallurgy*, dans les locaux de la *Geological Society* de Londres, le 23 janvier 1934. La base de discussion proposée et envoyée avant la séance à chacun des membres de l'Institution, selon l'usage si recommandable de beaucoup de sociétés savantes en Angleterre, était un mémoire du Dr. Jones « Silicosis », lequel reproduisait, complété par des paragraphes et chapitres nouveaux résumés ici en leur lieu et place, l'exposé qui — en traduction — fait l'objet de la première partie.

IV. — La quatrième partie « Compléments » est le rappel de certains travaux anciens qui peuvent encore jeter un jour sur la question de la silicose ainsi que certaines remarques et conclusions par le soussigné qui en a seul la responsabilité. (A. H.-U.)

N. B. — Comme on le verra dans la première partie, le Dr. Jones fait expressément remarquer au paragraphe 5 de ses conclusions, que ses recherches n'ont eu aucun rapport avec l'état pathologique produit par les minéraux dans les poumons.

Dans les autres parties, j'ai observé toujours la même réserve, me bornant à signaler très sommairement dans les discussions, les interventions de caractère médical.

(A. H.-U.)

TABLE DE LA PREMIERE PARTIE

- I. — Introduction.
- II. — Méthode employée pour obtenir les résidus minéraux débarrassés des matières organiques.
- III. — Examen des résidus minéraux au microscope pétrographique.
- IV. — La Séricite. — Ses caractères chimiques et physiques et où elle se rencontre.
- V. — Analyses chimiques des cendres et des résidus minéraux des poumons silicotiques :
- a) Analyses des cendres de poumons silicotiques ;
- b) Analyses des résidus minéraux de poumons silicotiques.
- VI. — Roches siliceuses. — Comparaison de celles qui produisent la silicose avec celles qui ne la produisent pas.
- VII. — Asbestose : Les minéraux qui la produisent.
- VIII. — Sommaire et conclusions.
- IX. — Remerciements (pour les concours obtenus).
-

PREMIERE PARTIE

Les poumons des silicotiques
Les minéraux qu'ils contiennent

I. — Introduction.

Durant les derniers dix-huit mois, l'auteur, le D^r Jones, a eu l'occasion de visiter nombre de mines du district anthraciteux du bassin houiller du Sud du Pays de Galles en vue de recueillir aux emplacements mêmes de travail des ouvriers du fond qui avaient contracté la silicose au cours de leur travail, des échantillons pouvant être rangés parmi la catégorie des « Roches siliceuses » telles que les définit la loi anglaise, sur la réparation, d'après la partie du projet relative à la silicose (1).

Dans la majorité des cas, des échantillons des roches qui tombaient sous la définition légale ont pu être recueillis mais, dans quelques cas, même après que l'examen post-mortem eut révélé la silicose et que les empla-

(1) La partie du projet sur la silicose, applicable à la majorité des ouvriers du fond dans les charbonnages (ceux occupés au fonçage des puits, des bouveaux ou travaillant dans les endroits confinés sont sous régime spécial) est libellée comme suit : « Ce projet (n^o 342 de 1931) s'appliquera à tous les travailleurs employés à n'importe quel moment à dater du jour de l'application de ce projet dans les travaux ci-après :

1^o) Travail de mines et de carrières dans les roches siliceuses. Le terme de roche siliceuse s'applique ici : au quartz, quartzite, grès, meulière ou chert, mais ne comprend pas les roches altérées (pourries) et les sables naturels ;

2^o) Minage (perforation) et sautage des mines dans les roches siliceuses dans le travail normal ou occasionnel lors de l'exploitation d'autres roches minérales. »

Un ordre précédent (n^o 975) de la fin du 1^o dit : « mais ne s'applique pas aux sables naturels ou roches pourries, ni à aucune roche contenant moins de 50 % de silice libre. »

N B. — Le docteur Jones m'écrit que le 22 octobre 1934 le principe d'indemnisation de la silicose a été modifié. Il en résulte que l'ouvrier du fond dans les charbonnages anglais a droit à une réparation s'il contracte la silicose. Il n'est donc plus nécessaire de prouver qu'il a travaillé dans une roche siliceuse (A. H. U.).

cements de travail de la victime étaient accessibles, il n'était pas possible d'y trouver de roche répondant aux conditions légales en question.

Ces cas éveillèrent naturellement l'attention de l'auteur car ils prouvaient que des roches, autres que celles visées par le projet de loi, pouvaient donner des poussières dangereuses: c'était évidemment une matière qui réclamait une étude.

Il eut le privilège en août 1932, durant la réunion à Londres de l'Association Médicale Britannique, d'examiner sous le microscope une série d'excellentes coupes de poumons silicotiques montrées par le Docteur C. L. Sutherland et le Prof. S. L. Cummins. Il put reconnaître, dans plusieurs de ces plaques, la présence de minuscules parcelles minérales, mais comme elles avaient été teintées pour l'examen sous le microscope biologique, il arriva à la conclusion que le meilleur matériel pour ces investigations serait le résidu minéral provenant des poumons silicotiques après disparition de la matière organique. A cet effet, le Dr Sutherland lui fournit quatre poumons silicotiques d'ouvriers qui avaient été employés dans trois occupations différentes de l'industrie céramique, et plus tard, le Professeur S. L. Cummins et le Dr A. F. Sladden lui envoyèrent plusieurs poumons ou fragments de poumon, principalement d'ouvriers qui avaient travaillé dans les houillères du Sud du Pays de Galles.

Le Dr E. L. Middleton lui fournit des parties de poumons d'un travailleur d'asbeste et le Professeur F. H. Kettle lui donna des parties de poumons d'ouvriers qui avaient été occupés dans diverses industries.

L'objet de la présente communication n'est pas, dit l'auteur, de traiter en détail chaque résidu minéral obtenu de chacun des poumons, dont certains n'étaient pas silicotiques, mais, au contraire, de donner les conclusions

générales auxquelles il a été conduit par l'examen pétrographique confirmé par les analyses chimiques des résidus minéraux obtenus, en particulier de poumons silicotiques et silico-tuberculeux.

La raison de cette manière de faire est que plusieurs éminents spécialistes des maladies pulmonaires de ce pays (la Grande-Bretagne) lui ont conseillé de publier, dans l'état où il en est, ses conclusions générales, laissant pour plus tard les descriptions détaillées de chacun des résidus étudiés.

Ses conclusions diffèrent si radicalement de celles acceptées jusqu'ici, quant aux minéraux présents dans les poumons silicotiques, qu'il est nécessaire de décrire les méthodes employées pour obtenir les résidus, clairement et avec les détails voulus pour qu'elles puissent être reproduites par quiconque désire vérifier ou confirmer les conclusions en question. Heureusement, il ne faut ni appareils compliqués, ni spéciaux: de l'acide, quelques capsules et appareils pour filtrer, avec un microscope pétrographique, sont tout ce qu'il faut.

Pour aider à rendre la présente communication claire, un bref exposé est donné de la différence principale des conclusions de l'auteur d'avec celles admises jusqu'ici. Une revue de l'histoire de la silicose n'est pas nécessaire: il suffit de constater que la silice, à l'état libre, non combinée, a été universellement acceptée comme cause de la maladie, sous le nom de silicose. Au Congrès International de Johannesburg en 1930 (août), la définition acceptée à la séance finale fut « un état pathologique des poumons dû à l'inhalation de la silice » et que pour produire cet état pathologique « la silice doit atteindre les poumons dans un état chimique non combiné ».

La conclusion de l'auteur est, au contraire, que dans tous les résidus minéraux des poumons examinés par lui,

la plus grande partie n'est pas de la silice non combinée mais consiste en minéraux dans lesquels la silice est combinée avec d'autres éléments pour former des silicates, et en particulier un silicate d'aluminium et de potassium, la *séricite*, minéral qui appartient à la famille des micas et qui est abondamment représenté, tant dans les résidus des poumons silicotiques que dans les roches et minéraux donnant naissance aux poussières inhalées par les victimes.

Il y a lieu de remarquer que c'est après avoir trouvé ce « mica blanc de formation secondaire », comme on nomme parfois la *séricite*, dans les résidus des poumons silicotiques que l'auteur s'est reporté aux roches et minéraux mêmes et avoir trouvé en abondance la *séricite* dans ceux dont les poussières avaient produit la silicose.

Les faits bien examinés montrent que les conclusions auxquelles est arrivé l'auteur reçoivent un appui marqué par les résultats des analyses chimiques des cendres des poumons silicotiques fournis par les premiers auteurs qui, cependant, en omettant d'interpréter leurs analyses en attribuant certains constituants à leurs espèces minérales, ne se sont pas rendu compte qu'une grande partie de la silice constatée par les analyses était en réalité présente dans les poumons, non pas comme silice libre, mais bien en combinaison comme silicates minéraux.

Les résultats des recherches de l'auteur sont basés sur les examens des résidus de 29 poumons (1) dont chacun est certifié provenir de personnes dont la mort a été attribuée à la silicose ou à la silico-tuberculose. Cinq de ces poumons étaient ceux d'ouvriers employés dans l'in-

(1) 48 poumons ont été ainsi traités et les résidus examinés, certains venaient d'ouvriers morts de maladies pulmonaires et un poumon normal employé pour le contrôle.

dustrie céramique comme suit: deux dans une fabrique de biscuit, deux dans une fabrique de porcelaine et un « figger » (?), vingt et un mineurs du fond dans des charbonnages divers et dans divers emplois; les autres étaient un maçonneur de pierres, un tailleur de pierres et un ouvrier dans une fabrique de briques de silice.

II. — Méthode employée pour obtenir les résidus minéraux débarrassés des matières organiques.

Une partie des poumons ou parties de poumon ont été fournis à l'auteur conservés dans la formaline, certains dans la glycérine, celui d'un ouvrier de l'asbeste dans le préservatif de Kaiserling et d'autres sous forme de résidus desséchés à l'étuve. Tous furent trouvés convenables pour l'extraction des résidus minéraux.

L'échantillon conservé dans le préservatif est d'abord lavé, lorsque c'est un poumon entier ou une grande partie de poumon qui doit être traité, il est placé dans un récipient d'au moins deux litres de capacité de façon qu'il n'y ait qu'une petite partie du poumon qui repose sur le fond du récipient (1). 120 C. C. d'acide nitrique concentré est versé dans le récipient et après un intervalle d'au moins six heures, un nouveau volume de 120 C. C. du même acide est ajouté; de nouvelles additions d'acide sont faites jusqu'à ce que tout l'échantillon soit transformé en (slime) un produit adipeux et visqueux (que j'appellerai ci-après, pour abrégé, « gélatine » A. H.-U.).

La désintégration graduelle de la partie de poumon reposant sur le fond du récipient permet au poumon de s'affaïsser lentement dans l'acide, et avec la quantité

(1) Un récipient de 2 litres de capacité, mesurant 19 cm. de longueur et 14 cm. de diamètre, convient très bien pour cet emploi.

indiquée de celui-ci, on veillera à ce que, lorsqu'il s'agit d'un échantillon de poumon carbonaté, les bulles qui se produisent ne s'élèvent pas trop haut dans le récipient. Le temps nécessaire pour que tout le poumon à traiter soit réduit en « gélatine » par ce procédé, varie de 7 à 10 jours; mais, même à la fin de cette période, il peut rester encore des fragments plus résistants du poumon qui ne sont pas complètement réduits en « gélatine ». Ces fragments incomplètement transformés sont, après décantation et après avoir été écrasés au moyen d'une tige de verre, traités dans le même acide et s'y transforment en « gélatine » en peu d'heures. Cette portion est ajoutée au reste décanté d'abord.

Les poumons fournis à l'état desséché à l'étuve sont traités de même sauf qu'ils ne doivent pas être lavés d'abord. L'action de l'acide est cependant beaucoup plus énergique et il est recommandé d'ajouter de petites quantités de l'échantillon desséché à l'acide plutôt que de verser l'acide sur la matière sèche.

Lorsque l'on opère la « gélatinisation » d'un poumon, desséché à l'étuve ou conservé humide dans un préservatif, surtout si l'on veut obtenir les données quantitatives, il faut éviter autant que possible qu'il se produise, sur les bords du récipient, un dépôt de la matière gélatineuse par suite de bulles qui s'élèvent au-dessus du niveau de l'acide, car elle s'y dessécherait et deviendrait fort difficile à détacher, soit au moyen de l'acide, soit au moyen d'eau. En versant de petites quantités d'eau sur les bords du récipient, sitôt après que les bulles se sont affaissées, les bords peuvent être conservés propres.

La « gélatine » est ensuite versée par portions de 50 C. C. dans environ 500 C. C. d'eau chaude et après avoir été bien remué, le tout est filtré.

Pour des raisons données plus loin, il est recommandé d'employer pour filtre, le N° 54 de papier à filtrer Whatman. Le résidu est enlevé du filtre et bien remué dans une grande quantité d'eau chaude, filtré et lavé jusqu'à ce que tout l'acide ait disparu, le résidu est alors enlevé du filtre et desséché à l'étuve. La matière séchée est ensuite placée dans une capsule de platine et chauffée doucement dans un séchoir.

Il faut prendre soin que, dans cette partie de l'opération, les vapeurs n'arrivent pas au contact de la flamme du bec de Bunsen, car elles sont inflammables.

Après quatre ou cinq heures, lorsque les vapeurs ne se produisent plus, la matière est calcinée de la manière habituelle.

Le résidu ainsi obtenu est d'un gris pâle ou d'un rose pâle à un rouge-brun, parfois en poudre non cohérente; d'autres fois, quand il s'agit de poumons silicotiques de houilleurs du fond, il peut se présenter en un agrégat légèrement cohérent.

Le filtre ne doit pas être incinéré avec les cendres, car il résulte des expériences conduites par M. Bracewell, du même département que l'auteur, que les cendres du papier, même après une longue incinération montrent sous le microscope polarisant la présence de filaments ténus de cellulose qui sont anisotropes et, bien qu'ils puissent être distingués aisément par leurs couleurs de polarisation des fibres minérales se trouvant dans les résidus des poumons silicotiques, il est recommandé d'obtenir les résidus entièrement débarrassés de filaments provenant du papier.

C'est pour éviter la présence possible de quelques filaments du filtre de papier isolés lors du lavage du filtre que l'emploi du Whatman N° 54, dont la surface est lisse,

est recommandé de préférence au papier de filtre habituel.

L'emploi de l'acide nitrique concentré est recommandé de préférence à l'acide chlorhydrique concentré parce qu'il y a ainsi plus de chances que les silicates minéraux (1) présents dans le résidu soient mieux conservés; et la « gélatinisation » du fragment de poumon est aussi plus rapide qu'avec l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique, surtout qu'avec ce dernier. De plus, la filtration est aussi plus aisée après traitement par l'acide nitrique qu'après celui par l'acide sulfurique. L'effet oxydant de l'acide nitrique sur le fer qui serait présent dans le résidu donne des teintes rouges ou brun-rouges, ce qui, lorsque l'on a à examiner divers résidus, fournit déjà des renseignements à l'expérimentateur.

C'est ainsi que les poumons de houilleurs traités par l'auteur, par exemple, donnent des résidus de couleurs diverses correspondant aux couleurs des cendres des charbons de diverses couches et il y a aussi d'intéressantes différences entre les résidus des houilleurs du fond de diverses localités.

Un autre avantage de l'emploi de l'acide nitrique est que ses fumées masquent les odeurs déplaisantes.

L'acide chlorhydrique fut employé pour les fragments de poumons séchés à l'étuve et l'acide sulfurique pour l'échantillon conservé dans la formaline. Les résidus minéraux traités avec l'un et l'autre de ces acides sont en tout semblables à ceux obtenus avec l'acide nitrique

(1) L'analyse du filtrat complet du poumon A traité par l'acide fut faite afin de déterminer le montant de chacun des constituants enlevés par l'acide. On a obtenu en grammes SiO_2 0,048, Al_2O_3 0,057, Fe_2O_3 0,264, CaO 0,254, MgO 0,077, K_2O 0,798, Na_2O 0,488, P_2O_5 1,187, MnO 0,005. Par le calcul, on trouve que la silice enlevée par l'acide n'est que de 1,6 % de la silice totale contenue dans le résidu; de même, 4,3 % seulement de l'alumine totale avait disparu.

excepté qu'avec le traitement par l'acide sulfurique le résidu est blanc.

Les carbonates de calcium, de magnésium, etc. ne doivent plus, après ce traitement par l'acide, exister comme minéraux dans les résidus. Ces minéraux, lorsqu'il y en avait, étaient en fort petite quantité dans les poumons silicotiques traités jusqu'ici comme l'indiquent les faibles teneurs en chaux et en magnésie.

Il faut signaler que l'on peut obtenir les résidus minéraux séparés de la matière visqueuse sans calcination, par l'agitation de la matière dans l'eau; et en laissant les minéraux se déposer. Mais ce n'est recommandé que comme contrôle que la calcination ne donne pas lieu à la formation d'un nouveau minéral.

III. — Examen des résidus minéraux au microscope pétrographique.

Les résidus minéraux qui sont nettement brun-rouges par suite de la présence du fer à l'état ferrique après le traitement par l'acide nitrique, sont bouillis dans l'acide chlorhydrique pour enlever la plus grande partie de la teinte. Ce n'est pas essentiel mais aide à reconnaître les minéraux sous la lumière polarisée.

Avant de monter le résidu avec du baume de Canada, il est recommandable d'en enlever les cendres légères, spécialement s'il s'agit de poumons silicotiques d'un houilleur du fond, car ils contiennent une assez forte proportion de poussière de charbon ou d'autres minéraux charbonneux. Cet enlèvement est effectué en plaçant le résidu dans un mélange de bromoforme (poids spécifique 2,89) et de benzine (poids spécifique 0,88) amené au poids spécifique de 2. Un liquide de cette densité est choisi parce que le nombre de minéraux (environ 20)

qui ont un poids spécifique au-dessous de 2 sont solubles dans l'eau; les quelques minéraux restants, comme plusieurs espèces de charbon, seront dans le résidu sous forme de cendres.

Les minéraux tombent au fond d'un séparateur Sollas, d'où on les enlève aisément, ils sont lavés avec de la benzine puis avec de l'alcool, séchés, puis montés au baume de Canada de la manière habituelle pour l'examen microscopique.

En lumière ordinaire et à 30 diamètres d'agrandissement, le résidu apparaît comme un assemblage d'agrégats gris pâle ou brun-rougeâtre, car il n'est pas possible, durant le montage que les éléments demeurent séparés. Sous de forts grossissements en lumière naturelle, on ne peut voir que de légers contours des cristaux mais on ne peut reconnaître les espèces minérales. Un certain nombre de points noirs se montrent si la calcination des matières charbonneuses n'a pas été complète.

En lumière polarisée cependant, aux nicols croisés et en employant un bon condenseur et une bonne source de lumière (une ampoule électrique mate de 100 watt lumineuse, remplie de gaz) le matériel se montre anisotrope.

Sous un grossissement de 200 diamètres (ou mieux davantage) les agrégats se montrent clairement composés de milliers de minuscules cristaux fibreux. Il y a aussi des petits cristaux (1) irréguliers de quartz, quelques grains plus gros, et parfois, dans le cas de quelques-uns des résidus, des cristaux d'autres minéraux dont il sera parlé plus loin.

Le fait le plus remarquable qui doit être signalé est que dans tous les résidus minéraux des poumons silicotiques, il y a des centaines de filaments minéraux pour un grain

(1) Il serait peut-être plus exact de dire « fragments irréguliers de cristaux de quartz ». (A. H.-U.)

de quartz. L'identité de ces filaments mérite considération.

Ce sont des filaments et non de minuscules plaques vues sur leur tranche car ils sont vus se croisant les uns les autres, en tous sens, comme dans un paquet d'aiguilles entre-croisées à mesure que chaque couche de filaments de l'agrégat est amenée au foyer de l'objectif. Cette mise au point de dessous au dessus montre de manière frappante, le caractère fibreux de la masse du résidu minéral; ainsi que la difficulté de la photographier sous de forts grossissements, car il n'y a qu'un petit nombre de parties qui arrivent à la fois au foyer.

La figure 2 de la planche est une microphotographie prise sous nicols croisés, des plus longs filaments, les points clairs représentant, pour la majeure partie, des filaments minuscules juste hors du foyer.

La forme de filament n'est jamais prise par le quartz quelque finement pulvérisé qu'il soit. Quelques grains de quartz provenant d'un grès qui avait, à la mine de houille de Great Mountain dans le district de la Galles du Sud, produit de nombreux cas de silicose, furent finement pulvérisés et examinés au microscope.

La figure 3 de la planche est une microphotographie, en lumière polarisée, de cette poudre fine, on y voit qu'aucune des particules, même les plus fines, ne présente une forme fibreuse; en fait, le quartz ne se brise pas en fins filaments. (Le quartz ne possède aucun clivage. — A. H.-U.)

Le clivage de diverses formes de silice libre autres que le quartz ne doit pas être discuté ici; la calcédoine, l'agate, l'opale, le silex, le chert, etc. ne se montrent pas dans les résidus minéraux des poumons silicotiques dans les cas examinés par l'auteur et ils sont aussi absents

des roches qui ont donné lieu aux poussières inhalées ayant produit de la silicose.

Beaucoup des filaments, trouvés dans les résidus, ne sont pas droits, mais courbés à leurs extrémités minces montrant ainsi qu'ils sont flexibles (fig. I dans le texte);

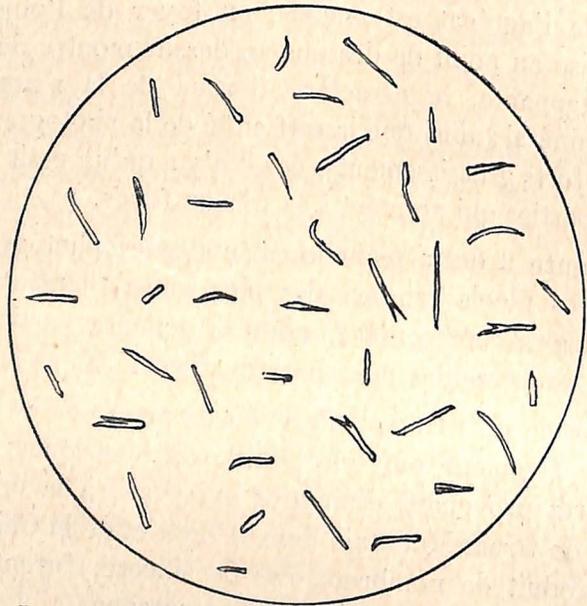


Fig. I. — Croquis pour montrer la forme des fibres de séricite, vues sous l'objectif de 1/12 de pouce avec immersion d'huile, dans les résidus variés de poumons silicotiques. Les fibres les plus longues, rares en nombre, ont 5 microns de long; la grande majorité ont moins de 2 microns de longueur.

beaucoup aussi sont fendus en long, montrant bien leur caractère fibreux. La grande majorité ont de 0,5 à 2 microns de longueur, et sont quatre à dix fois aussi longs que larges avec une épaisseur de 0,1 à 0,5 microns. Parfois des filaments plus longs que ceux de la figure 2 sont présents.

L'auteur espère que plus tard, il pourra donner des détails au sujet des caractères physiques et optiques de

ces filaments dans une publication minéralogique. Il suffit pour le moment de constater ici que la forme, le clivage, le poids spécifique, l'index de réfraction, la biréfringence et le caractère optique des filaments montrent qu'ils appartiennent à la séricite. La plaque à teinte sensible employée pour déterminer leur signe optique est aussi utile car elle montre que sous une direction ils ont une teinte jaune pâle, et à angle droit de cette direction, une teinte bleu pâle.

La masse de ces résidus minéraux des poumons silicotiques examinés au cours de cette étude consiste, par conséquent, en une myriade de minuscules filaments en forme d'aiguilles de séricite, beaucoup de petits grains de quartz et quelques grains plus grands de 5 à 10 microns de long. De minimes écailles de séricite se montrent aussi et dans quelques-uns des résidus venant de mineurs du fond, de petites aiguilles de rutile; mais ces divers minéraux et d'autres encore sont en si minimes proportions qu'il ne vaut pas la peine d'en parler davantage dans une communication qui n'est pas destinée à des minéralogistes, mais bien à ceux intéressés par la silicose et par les roches qui donnent naissance à cette maladie.

IV. — La Séricite. — Ses caractères chimiques et physiques et où elle se rencontre.

La Séricite, appelée quelquefois « mica blanc secondaire » est un silicate hydraté de potassium et d'aluminium contenant selon les analyses de Shannon sur des matériaux particulièrement purs : 46,58 % SiO_2 , 37,46 % Al_2O_3 , 0,80 % Fe_2O_3 , trace CaO , 1,16 % MgO , 6,38 % K_2O , 0,64 % Na_2O , 6,06 % d'eau au-dessus de 110° et 0,30 % d'eau au-dessous de 110° .

Elle appartient au groupe des micas et est apparentée

Fig. 1. — Agrégats du résidu minéral du poumon silicosique d'un houilleur. Pris en lumière polarisée pour montrer que le minéral est doublement réfringent. $\times 30$

Fig. 2. — Deux des agrégats vus dans la figure 1, du résidu minéral du poumon silicosique d'un mineur. Pris en lumière polarisée pour montrer la forme des plus longs filaments de séricite. La grande majorité des points lumineux sont de minces filaments juste hors du foyer. $\times 500$.

Fig. 3. — Quartz réduit en poudre fine prise en lumière polarisée pour montrer la forme des particules. Le quartz provient d'un grès du district d'anhracite du Sud du Pays de Galles qui avait donné lieu à beaucoup de cas de silicose. $\times 70$.

Fig. 4. — Le large cristal sombre occupant le centre du champ est du feldspath; les petits agrégats fibreux dans ce cristal sont de la séricite. Pris en lumière polarisée pour montrer un type de séricitisation du feldspath. $\times 50$.

Fig. 5. — Section du « Banket » du Transvaal en lumière polarisée pour montrer les agrégats de filaments entrecroisés de séricite entre les cailloux et grains de quartz. $\times 30$.

Fig. 6. — Section du « Banket » du Transvaal (d'une partie différente du gisement que celle de la fig. 8) pour montrer les agrégats de filaments de séricite entre les cailloux et grains de quartz. $\times 30$.

Fig. 7. — Section de quartz aurifère du Kolar hindou en lumière polarisée pour montrer l'absence de minéraux fibreux « feutrés » entre les grains de quartz. $\times 30$.

Fig. 8. — Section en lumière polarisée du grès d'une houillère dans le district d'anhracite de la Galles du Sud qui a produit de la poussière ayant causé beaucoup de cas de silicose. Les plages claires ou noires sont du quartz; de nombreux agrégats de séricite se montrent entre les grains de quartz. $\times 30$.

Fig. 9. — Section prise en lumière polarisée d'un grès d'une houillère écossaise. Les plages claires ou noires sont du quartz; le cristal marqué « F » (en blanc, en dessous du centre) est du feldspath qui n'a pas été séricité. $\times 50$.

Fig. 10. — Section en lumière polarisée d'un grès d'une houillère écossaise distante de celle dont question ci-dessus (fig. 9). Les plages claires ou noires sont du quartz. Le cristal marqué « F » (près du centre) est du feldspath microcline, montrant une absence totale de séricitisation. $\times 50$.

Fig. 11. — Section, en lumière ordinaire, d'un gneiss sillimanite de Broken Hill, Nouvelle Galles du Sud. Les filaments de sillimanite sont nombreux. $\times 30$.

Fig. 12. — Section, en lumière polarisée, d'une argile (« clay-body ») employée dans les fabriques de céramique anglaises. Les filaments de séricite sont nombreux. $\times 70$.

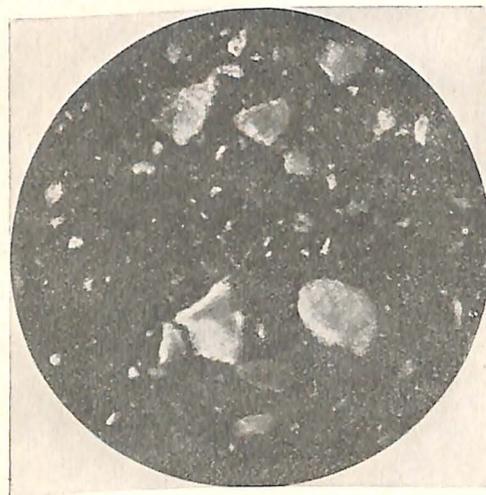


Fig. 1.

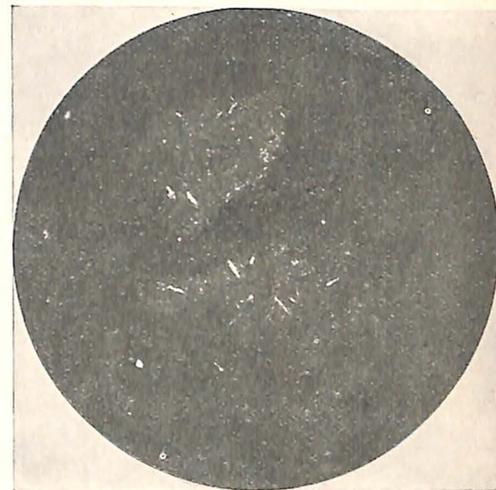


Fig. 2.

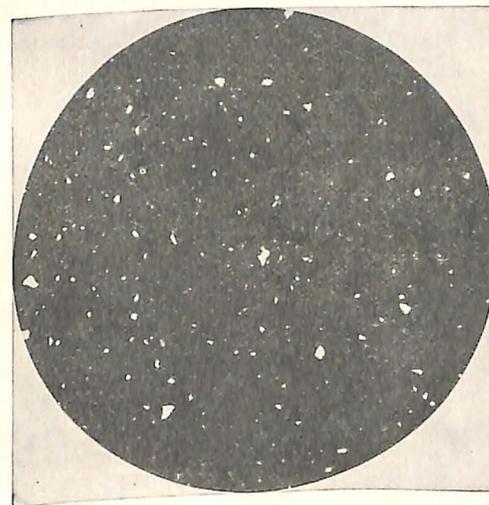


Fig. 3.

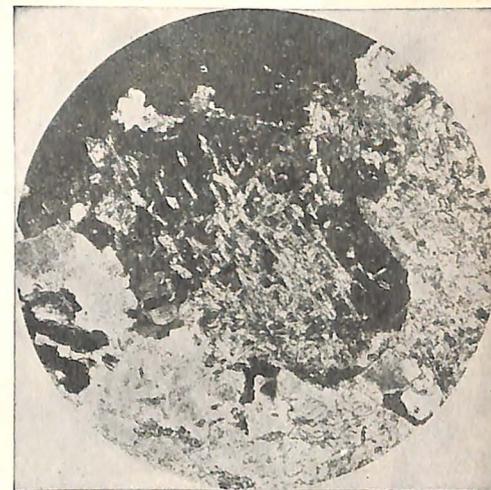


Fig. 4.



Fig. 5.

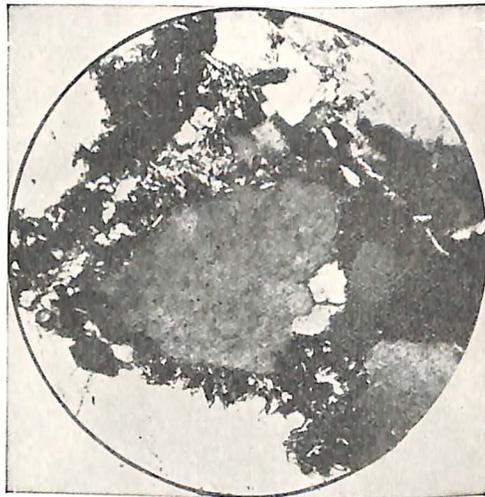


Fig. 6.



Fig. 9.



Fig. 10.

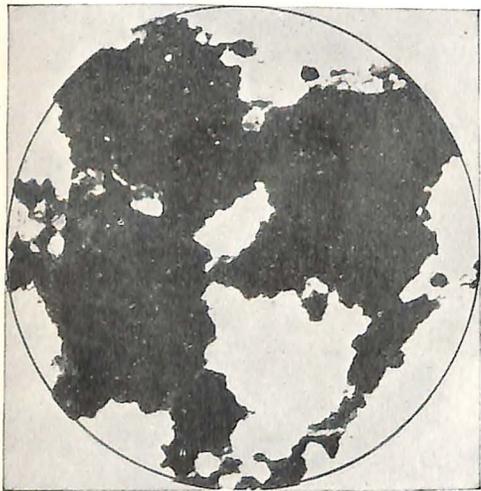


Fig. 7.

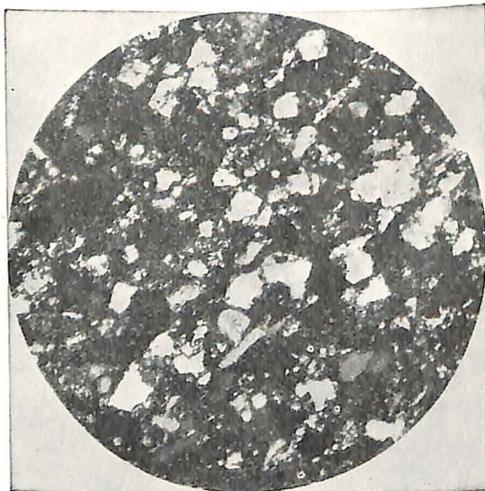


Fig. 8.



Fig. 11.

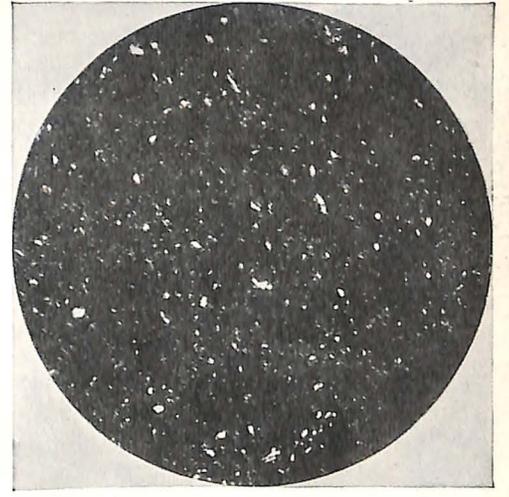


Fig. 12.

à la muscovite, mais en diffère chimiquement parce qu'elle contient moins de potasse et plus d'eau (la muscovite contient 45,2 % SiO_2 , 38,5 % Al_2O_3 , 11,8 % K_2O et 4,5 % d'eau). Contrairement à la muscovite, qui se présente plutôt en cristaux plats et en petites écailles qu'en agrégats fibreux, la séricite se présente, dans les roches, sous deux formes : en petites écailles plates et en petits agrégats fibreux. Il y a une grande différence entre les deux minéraux quant à leur faculté de pénétration dans les poumons, car tandis que la séricite existe dans nombre de grès, de schistes, de conglomérats quartzeux, etc. et dans certaines roches ignées, sous des formes et dimensions qui lui permettent de pénétrer dans les alvéoles, la muscovite se présente en cristaux plats qui, bien que facilement clivables, demeurent pourtant en plaques relativement grandes qui, naturellement, ont beaucoup moins de facilité pour pénétrer dans les poumons que les filaments minces de séricite. Une analogie peut être permise : sous cette forme physique la muscovite peut être comparée aux minces mais larges écailles des pommes de pins et les aiguilles fibreuses de séricite aux aiguilles minces de pins.

Ainsi, il est évident que la présence de la muscovite ou de certains autres minéraux micacés ne donne aux poussières de ces roches que peu de pouvoir de pénétration, ainsi de même que les particules produites dans l'industrie du mica.

Dans beaucoup, sinon dans toutes les roches où se montre la séricite, elle est de formation secondaire, c'est-à-dire formée par l'altération d'autres minéraux postérieurement à la formation ou la consolidation de la roche. Les détails de la formation de la séricite ne doivent pas être discutés ici, mais il y a un point d'intérêt extrême dont l'importance sera soulignée par la comparaison faite

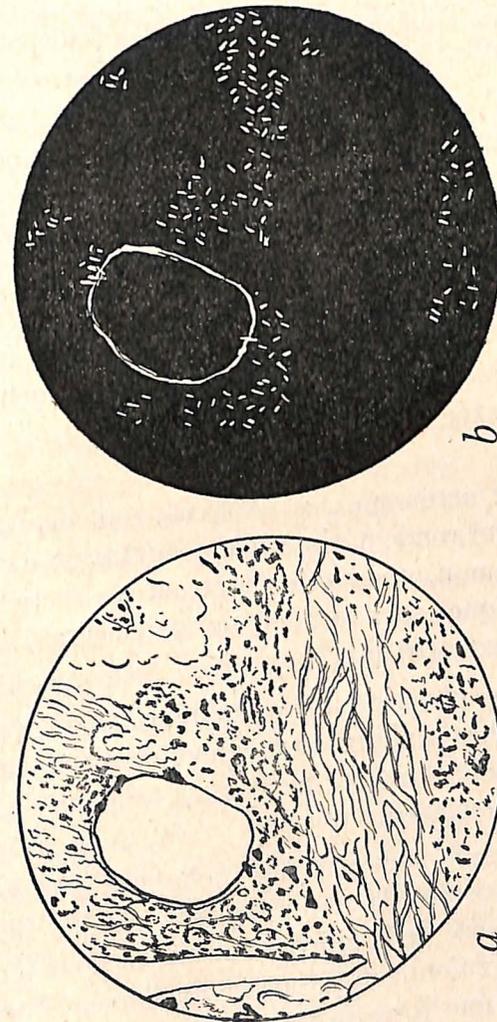


Fig. II.

- (a) Croquis d'une section vue au microscope, d'une partie de la base du poumon siliceux d'un houilleur. A l'extrême gauche, il y a un fragment de cartilage bronchique qui se trouve juste au foyer de l'objectif.
- (b) Croquis de la section (a) ci-dessus, mais vue en lumière polarisée pour montrer la distribution des fibres de séricite. Le grand tracé ovale, que l'on ne voit pas en lumière polarisée, a été tracé à titre d'indication. Pour faciliter le dessin, la grandeur des fibres a été exagérée (mais non pas leur nombre). La majorité des fibres ont de 0,5 à 1,5 micron de longueur.

ci-après entre les grès qui donnent naissance à beaucoup de cas de silicose et ceux qui ont été travaillés durant une longue période d'années sans avoir causé un seul cas de cette maladie.

C'est que certains minéraux, notamment les feldspaths potassiques qui, dans certaines conditions de pression, de température et d'autres facteurs sont séricitisés, c'est-à-dire que leur état originel de feldspath est modifié jusqu'à devenir des écailles et de menus agrégats de minces aiguilles de séricite. Cette séricitisation du feldspath (fig. 4 de la planche) est une modification bien connue en pétrographie. De sorte que, durant le travail de perforation, ou l'explosion, ces filaments minces qui ne sont que faiblement soudés ensemble dans la roche, sont facilement séparés et se répandent dans l'atmosphère voisine (1).

De plus, on peut noter que ces filaments sont de forme et dimensions qui rendent aisée leur pénétration dans les alvéoles du poumon, comme le montrent les sections de poumons silicotiques sous le microscope polarisant — figure II dans le texte (a) et (b).

La séricite est le plus connu des minéraux que l'on trouve dans les roches à pourcentage élevé de silice sous forme de quartz; mais elle ne se trouve pas toujours dans les roches qui contiennent du quartz.

On verra que c'est la poussière des roches qui contiennent une forte proportion de séricite en agrégats de filaments minces qui cause de la silicose; et que la poussière de celles qui n'en contiennent qu'occasionnellement quelques cristaux avec une forte proportion de quartz, bien

(1) Ceci est aisément démontré. En brisant un échantillon du « Banket » du Transvaal, ou d'un grès sériciteux, les filaments libérés dans l'atmosphère peuvent être recueillis sur une plaque de gélatine.

plus élevée que dans les roches qui se sont montrées fort dangereuses, n'a jamais provoqué un seul cas authentique de silicose.

V. — Analyses chimiques des cendres et des résidus minéraux des poumons silicotiques.

Pour autant que le sache l'auteur, il n'a jamais trouvé dans la littérature anglaise ou étrangère sur la silicose, qu'il a pu consulter, dans toutes les analyses relatives à des poumons silicotiques qui ont été faites sur les cendres obtenues de poumons desséchés, aucune allusion à des analyses faites des résidus minéraux provenant de ces poumons dont les sels organiques avaient été enlevés d'abord.

Les analyses montrent un pourcentage élevé de constituants tels que l'acide phosphorique, la soude, etc. qui se montrent aussi dans les analyses de poumons normaux. La présence d'une forte proportion de sels de phosphore ajoute beaucoup, selon des chimistes expérimentés, à la difficulté d'analyser de petites quantités de matière, spécialement pour ce qui regarde l'alumine.

Pour l'interprétation de ces analyses, un point est de telle importance qu'il y a lieu de le signaler tout d'abord: c'est l'établissement de la teneur en alumine dans toutes ces analyses. Dans les grès, schistes siliceux, conglomérats quartzeux et toutes les autres roches, dont la poussière a produit de la silicose, l'aluminium n'existe pas sous la forme d'alumine mais en combinaison avec la silice et généralement avec des alcalis. Il est vrai que dans quelques schistes et argiles, il existe une très petite quantité, une fraction de 1 % d'alumine libre; que le montant en est très considérable dans la bauxite et quelques latérites, mais ces roches sont peu répandues dans la nature. Ce

qui est important c'est que dans les analyses des cendres de poumons silicotiques et les analyses des résidus minéraux faites par l'auteur, l'aluminium trouvée était, non sous forme d'alumine, mais combinée à l'état de silicate. Par conséquent, pour interpréter ces analyses, il est essentiel d'attribuer toute l'alumine à des silicates d'aluminium ou à des silicates hydratés d'aluminium et de potasse connus comme existant dans les roches qui ont donné lieu aux poussières inhalées.

a) *Analyses des cendres des poumons silicotiques.*

La plus ancienne analyse de poumons silicotiques à laquelle il est fait allusion, c'est par Church (1) en 1889. Elle donne : silice 47,78 %, alumine 18,63 %, le reste consistant en oxyde de fer, alcalis, phosphates, etc. Les 18,63 % d'alumine demandent une certaine quantité de silice qui dépend du minéral avec lequel l'alumine existait. Dans le cas considéré, c'était la cendre du poumon d'un potier et comme le minéral que travaillait la victime contenait une forte proportion de séricite, c'est à ce minéral (2) que doit être rapportée l'alumine trouvée. Par conséquent 18,62 % d'alumine demande 23,28 % de silice, 2,67 % de potasse des alcalis et 2,68 % d'eau, donnant 47,66 % de séricite. La silice restante, soit $47,78 - 23,28 = 24,5$ %, est par conséquent le maximum possible de silice libre, et le total de séricite est double de la silice libre.

Hodenpyl, en 1889, trouva que les cendres d'un poumon d'un aiguiser de couteaux contenaient : silice 27,1 %, alumine 32,9 %, avec divers autres constituants

(1) Church (1889), *Milroy Lectures*, *Lancet*, i, 615. L'analyse avait été faite pour le Dr Arlidge en 1875.

(2) La présence de ce minéral et autres silicates dans les argiles employées en poterie est discutée plus loin.

comprenant 4,97 % de potasse et 21,4 % d'acide phosphorique. La séricite est abondante dans beaucoup de pierres à aiguiser naturelles. L'interprétation de cette analyse traitée comme la précédente montre qu'il ne pouvait pas y avoir de silice libre du tout, il n'y a même pas assez de silice pour l'alumine, il est donc probable que l'analyse montre trop peu de silice ou trop d'alumine.

Il ne servirait à rien de multiplier les exemples d'analyses conduisant à la même conclusion mais il convient de rappeler celles faites dans une intéressante communication, en 1913, par le Dr Mc Crae, chimiste (analyste) du Gouvernement du Transvaal, qui fit une analyse chimique complète des cendres des poumons de six mineurs Sud-Africains affectés de phtisie (silicosis) et d'un poumon normal. Il suffira ici de donner les résultats de celui qui contenait le plus de silice, analyse qui à première vue, semble la plus opposée aux conclusions avancées ici.

Cette analyse des cendres du poumon, N° 4, donne les pourcentages : silice 48,02, alumine 9,59, oxyde ferrique 8,49, chaux 2,16, magnésie 1,64, soude 6,42, potasse 6,07, acide phosphorique 16,47, anhydride sulfurique 0,36, chlore 0,17.

La roche exploitée par ces mineurs est le fameux conglomérat quartzeux aurifère nommé « Banket », dont le minéral le plus commun après le quartz, est la séricite. Cette roche est décrite figures 5 et 6 de la planche et figure IIIa du texte.

En attribuant à la séricite, la silice, la potasse et l'eau nécessaires requises par les 9,59 % d'alumine donnés par l'analyse, le montant de séricite dans les cendres du poumon devient 24,23 %. Le restant de la silice est $48,02 \% - 11,98 \%$ prise par la séricite = 36,04 %. Il ne s'en suit pas que ce reste de silice se trouvait entière-

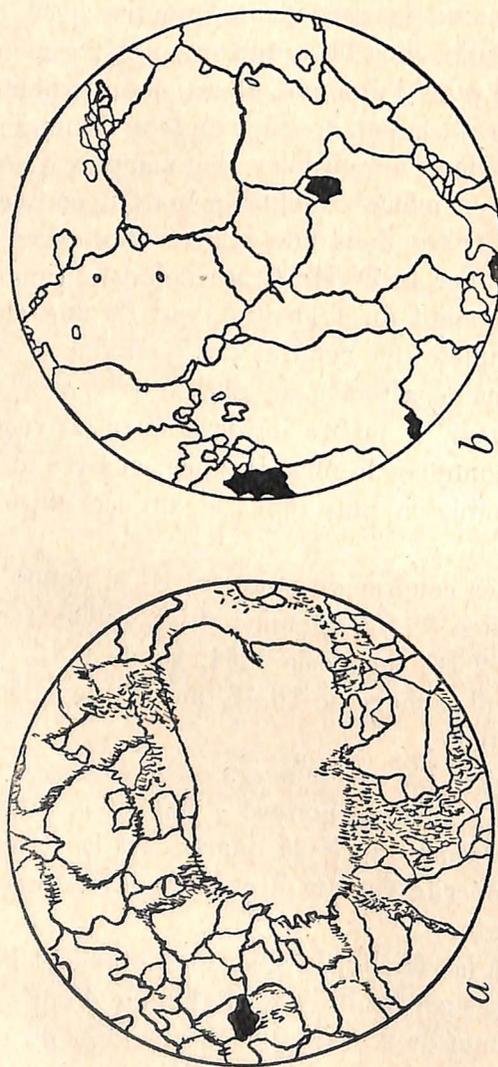


Fig. III.

(a) Croquis d'une section mince du « Banket » du Transvaal vue dans la fig. 5 de la planche. Les plages claires sont du quartz, les agrégats de fibrilles sont principalement composés de séricite; les parties noires sont de la pyrite.

(b) Croquis d'une section mince du quartz aurifère de Kolar de la fig. 7 de la planche. Les plages claires sont du quartz, les parties noires de la pyrite. Il n'y a pas de fibres minérales entre les grains de quartz.

rement sous forme de silice libre (1); mais, admettons-le, même, alors le rapport de la silice libre est à la séricite 2 à 3 environ.

Un fait de la plus haute importance: la distribution relative de cette silice sous forme de quartz, comparée à celle de la séricite dans les poumons. La silice se présente sous forme de grains beaucoup plus gros que les plus gros filaments de séricite. Certains grains de quartz ont 10 microns en diamètre, 8 en largeur, 5 en épaisseur; mais dans les sections montrant les alvéoles, il est rare de trouver aucun minéral de plus de 2 microns en longueur.

La conclusion est que les grains de quartz de forme irrégulière de plus de 2 microns comme diamètre (fig. IV dans le texte) n'entraient pas dans les alvéoles, mais étaient logés dans les bronches et bronchioles du poumon.

Un grain de quartz de $10 \times 8 \times 5$ microns a le même volume que 800 filaments de séricite de 2 microns en longueur et 0,5 micron en largeur et épaisseur et un grain de quartz de l'espèce contient plus de 600 fois autant de silice qu'un filament de séricite. Ainsi un grain de quartz de ces dimensions contribuerait, dans une analyse chimique, pour un total de silice égal à celui que donneraient 1630 filaments de séricite. Enfin, il semblerait qu'un poumon qui contenait plus de silice libre que de séricite, ne peut pas avoir été affecté autant par un gros grain de quartz dans les bronches ou bronchioles que par les filaments sans nombre de séricite dans les alvéoles. Il n'est pas suggéré ici qu'il n'y a pas de quartz qui entre dans les alvéoles, il y en a en réalité quelques

(1) Le zircon et d'autres silicates ne contenant pas d'aluminium se rencontrent aussi dans le « Banket ».

minuscules parcelles mais, pour chaque grain de quartz, il y a des quantités de filaments de séricite.

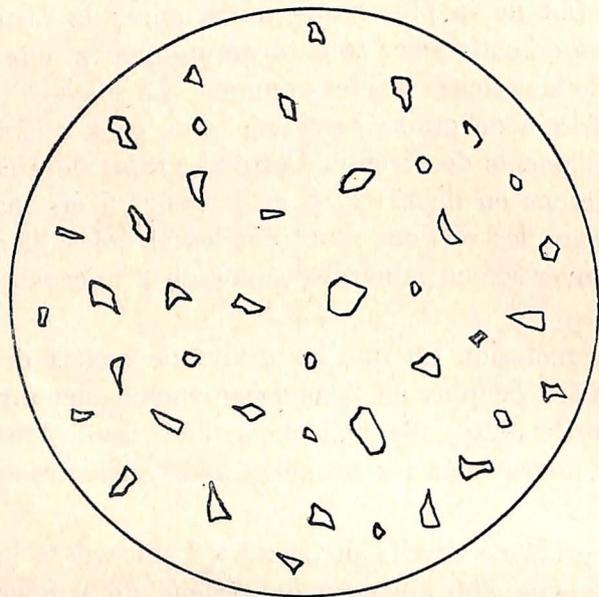


Fig. IV. — Croquis montrant la forme des parties de quartz les plus grosses que l'on voit dans les résidus des poumons silicotiques. Les plus grosses parcelles ont de 5 à 10 microns de diamètre.

Une grande force est donnée à cet argument par le témoignage de valeur fourni par le D^r Mc Crae, qui illustre sa communication par un diagramme représentant la grandeur et la forme du plus gros grain de quartz. Celui-ci avait 10,5 microns de diamètre. Il constate cependant que 70 % du tout (1) consistait en éléments de moins de 1 micron de diamètre. C'est précisément ces

(1) Avant d'examiner ce matériel sous le microscope, le Dr Mc Crae l'avait fait digérer dans HCL et KClO₃ décomposant ainsi beaucoup des silicates, dont la séricite. Ce qu'il examinait par conséquent n'était pas le résidu, mais les parcelles de quartz et le restant des silicates qui avaient survécu au rude traitement chimique qu'ils avaient subi.

70 % de fines particules qui jouent le rôle le plus important dans la production de la silicose.

Il semble donc bien, par conséquent, que les analyses chimiques des cendres de poumons silicotiques appuient fortement les faits révélés par le microscope polarisant, surtout que la masse des plus fins filaments d'un poumon silicotique consiste en menus filaments de silicates, principalement de séricite dans les cas examinés par l'auteur.

b) *Analyses des résidus minéraux des poumons silicotiques.*

Les résidus minéraux des poumons silicotiques, obtenus par la méthode décrite plus haut, diffèrent des cendres de ces poumons en ce que la plus grande partie de la matière organique en a été enlevée par le traitement acide préalable.

Des analyses chimiques complètes de trois de ces résidus minéraux ont été faites par le D^r A. W. Groves au Département Chimique du Collège Impérial de Sciences et de Technologie; les dépenses en ont été faites par le Conseil Médical Britannique.

Les voici :

	Résidus minéraux de :		
	Poumon A	Poumon B	Poumon C
SiO ²	49,52	62,16	59,23
Al ² O ³	21,99	19,85	26,38
Fe ² O ³	3,55	3,30	2,03
FeO	—	0,19	0,11
CaO	Perdu avant pesage	0,90	0,45
MgO	1,73	0,84	0,62

K ² O	2,47	3,83	5,28
Na ² O	0,78	0,52	0,85
TiO ²	0,08	0,64	0,78
P ² O ⁵	2,55	5,77	2,68
MnO	—	0,01	0,01
Eau au-dessous de 110° C.	2,18	0,51	0,33
Eau de 110° à 350° C. . .	10,37	0,20	0,26
Eau au-dessus de 350° C.	2,27	1,39	0,56
Total	97,49	100,11	99,57

« Le poumon A est celui d'un homme de 66 ans ayant travaillé 50 ans dans l'industrie de la poterie commé (a). Certifié comme atteint de silicose. Le poumon B est celui d'un houilleur du fond dans le district de Swansea, Galles du Sud, employé comme (a). Certifié silico-tuberculeux. Le poumon C est celui d'un mineur de Pontycymer, Galles du Sud, âgé de 51 ans qui avait aussi été carrier dans le nord du Pays de Galles. Certifié silico-tuberculeux. »

Au microscope polarisant ces trois résidus se montrèrent constitués de minces filaments de séricite, mais, dans celui du potier, il y avait aussi un peu de matière argileuse qui est composée d'un silicate d'alumine.

Une partie de l'alumine présente dans ce résidu devrait être attribuée au Kaolin (1) (SiO² 43,5 %, alumine 36,9 %, eau 19,6 %), mais comme la proportion de l'alumine à la silice dans ce minéral ne diffère pas d'une façon appréciable de celle qui existe dans la séricite, il n'est pas nécessaire d'entrer ici dans des calculs compliqués qui ne pourraient influencer les résultats que

(1) Il y a aussi d'autres silicates dans l'argile, mais on peut les négliger, parce qu'ils n'affecteraient les calculs que dans une proportion infinitésimale.

(a) Termes spéciaux de métier.

d'une façon minime. La présence d'un silicate d'alumine explique, cependant, la plus faible proportion de potasse contenue dans le cas A, que dans B et C.

Il faut signaler aussi qu'avant de calculer la répartition des constituants, l'eau a été déterminée entre 110 et 350° et au-dessus de 350°, pour donner une preuve de plus que le minéral fibreux n'était pas l'un des minéraux constituant l'argile qui perdent leur eau bien au-dessous de 350°; et que dans le cas des résidus B et C qui contenaient avant la calcination une bonne quantité de matière charbonneuse, le chauffage a dû être poussé à haute température, avec, par conséquent, perte de beaucoup d'eau de composition, avant que les résidus fussent donnés pour l'analyse.

Attribuant, par conséquent, dans les trois cas l'alumine nécessaire pour saturer la quantité de silice, potasse et eau nécessaires pour former la séricite, les résultats ci-après ont été obtenus:

	A %	B %	C %
Séricite	55,83	51,01	59,48
Silice libre	22,04	37,35	19,66

On voit donc que ces analyses interprétées par l'attribution à l'alumine du montant de silice nécessaire pour former de la séricite (ou bien toute forme de silicate d'alumine qui pourrait se trouver dans les résidus des roches inhalées par ces ouvriers) appuient d'une manière remarquable, les conclusions tirées antérieurement à ces analyses du fait de l'examen des mêmes résidus au microscope polarisant. Et il est important de noter que les quelques gros grains de quartz des résidus, gros relativement au volume des filaments de séricite, interviennent pour leur forte part dans le total de silice libre dans les analyses hors de toute proportion, comme déjà dit, avec

leur effet silicotique sur le poumon, soit par leur action mécanique irritante sur les tissus, soit comme source d'actions chimiques.

L'auteur pense donc, que les résidus minéraux obtenus par lui des poumons silicotiques (et cela s'applique à tous ceux qu'il a examinés) montrent définitivement que ce n'est pas le quartz, ni aucune autre forme de silice libre, qui forme la masse de ces résidus; et il suggère que la silicose n'est pas due principalement à la silice libre ainsi que cela a été généralement admis, mais aux silicates qui se rencontrent en minces filaments mal soudés ensemble dans les roches de manière que, dans le travail de celles-ci (perforation, explosion, etc.) ces filaments sont mis en liberté dans l'atmosphère et inhalés dans les poumons.

VI. — Roches siliceuses.

Comparaison de celles qui produisent la silicose avec celles qui ne la produisent pas.

L'auteur ne se propose pas ici de s'occuper de toutes les roches dont la poussière est connue comme provoquant la silicose; cela sera fait dans une communication ultérieure qui traitera aussi de certains autres matériaux employés dans l'industrie et qui causent aussi cette redoutable maladie.

Il y a cependant, dans ce pays-ci et dans d'autres contrées, des cas de roches dont la poussière, la chose a été définitivement établie, cause de nombreux cas de silicose; et, d'autre part, des roches tout à fait semblables aux premières quant à leur teneur en silice libre et à la forme et dimensions des grains de quartz, qui sont travaillées depuis de longues suites d'années sans avoir jamais causé un seul cas authentique de silicose.

Quelques-uns de ces cas sont exposés dans ce qui suit:

Le conglomérat quartzeux (« Banket ») du Transvaal, est l'une des roches dont la terrible réputation est notoire à cet égard.

« Jusqu'en octobre 1929, 7.633 mineurs indemnisés » étaient en vie, dont 2.271 étaient en état ante-primaire » de silicose, 2.306 en état primaire et 2.814 en état » secondaire. Il y avait 2.014 veuves et 3.538 orphelins » pensionnés... Le coût annuel de la phthisie des mineurs » était, dit-on, de £ 1.000.000. L'actuaire du Gouverne- » ment estimait la valeur de la responsabilité des mines à » £ 6.400.000 (1930) (1). »

Le conglomérat quartzeux exploité contient de 80 à 90 % de silice libre sous forme de quartz; sous ce rapport c'est sensiblement la même chose que le quartz aurifère travaillé aux Mines de Kolar dans l'Inde, qui cependant contient un peu plus de quartz (plus de 90 %) que le « Banket ».

Tandis que la poussière de la roche africaine a donné lieu à des milliers de cas de silicose, pas un cas n'en a été signalé dans le Kolar où des milliers d'ouvriers ont été employés depuis de longues années et où les précautions imposées par la loi dans les Mines de l'Afrique du Sud pour prévenir la silicose, par exemple l'emploi de l'injection d'eau pour la perforation, ne sont pas obligatoires.

La perforation mécanique à sec, qui se montre tellement dangereuse dans l'Afrique du Sud, est en usage depuis très longtemps à Kolar, où les mines ont une profondeur de plus de 6,000 pieds.

Si le quartz est la cause de la silicose, pourquoi avec 90 % et plus de quartz, les roches quartzieuses de Kolar

(1) A cette époque, la livre sterling valait encore 180 de nos francs stabilisés (A. H.-U.).

ne donnent-elles pas lieu à la production d'une poussière dangereuse?

Deux suggestions ont été émises pour rendre compte de ce fait singulier : 1° C'est qu'à Kolar, il y a eu des cas de silicose, mais qu'on ne les a pas diagnostiqués; 2° C'est que la roche encaissante du quartz aurifère donne lieu à une poussière qui facilite l'expulsion du quartz inhalé du poumon.

Pour ce qui est de la première suggestion, il suffit de répondre que périodiquement les ouvriers de Kolar sont examinés aux rayons X par des experts médicaux qui sont actuellement à l'affût des cas de silicose sans pouvoir en trouver un seul, et que la statistique des différentes maladies des ouvriers sont aussi soigneusement tenues à Kolar que dans n'importe quel autre pays (1).

La suggestion au sujet de la nature du toit et du mur des mines d'or de Kolar a été faite en 1928 dans la supposition que la poussière de schiste répandue dans les houillères pour éviter les combustions spontanées, aident beaucoup à l'expulsion des poumons de la poussière de quartz. Au sujet des statistiques sur la silicose dans les charbonnages britanniques, on pouvait raisonnablement supposer une absence de certitude, car ce n'est que depuis 1929 que le projet de loi amendé sur la silicose est devenu effectif, auparavant il n'était pas possible à la majorité des travailleurs du fond dans les charbonnages britanniques de réclamer de réparation du fait de silicose

(1) Le total des ouvriers du fond des mines d'or de Kolar est de 12.000, dont 300 Européens. Ces derniers sont examinés périodiquement aux rayons X, les natifs y sont opposés. La moyenne du service au fond des Européens est de 15 ans et beaucoup ont plus de 20 ans. Des centaines de natifs touchent des primes pour plus de 20 ans de service au fond. Ces natifs sont employés au fond toute l'année. Parmi eux, les maladies de poitrine ne sont pas plus nombreuses que parmi les 6.000 ouvriers employés à la surface, ni que parmi ceux des autres industries du Bengale.

et par conséquent, il n'y avait pas de statistiques méritant la confiance.

L'auteur connaît beaucoup de cas de silicose contractée dans des mines où la poussière de schiste est très abondante; l'hypothèse relative à l'effet préservatif de cette poussière n'a plus maintenant que peu d'adhérents. Si, même, l'action de cette poussière était effective dans les mines britanniques, il n'en demeure pas moins qu'il n'y a aucun schiste dans les mines d'or de Kolar.

Une série complète des roches encaissantes (« country rocks ») des mines de Kolar existe à notre Département Géologique; elles ont été examinées par l'auteur, et ont été admirablement décrites depuis longtemps par le D^r Smeeth, Sir Thomas Holland, D^r Maclaren et autres géologues. Ce sont des roches cristallines dures telles que des amphibolites et des schistes à hornblende aussi différentes que possible des roches du bassin houiller quant à la production de poussières nocives et à leur composition. De plus, les veines de quartz exploitées à Kolar sont des veines de 2 à 5 pieds et plus; dans le travail, des milliers de trous sont perforés dans ce quartz dans chacune de ces grandes mines employant un total de 12.000 ouvriers du fond.

Il est donc évident que jusqu'ici aucune explication acceptable n'a été donnée pourquoi la poussière inhalée de la roche quartzreuse de l'Afrique du Sud est si dangereuse quant à son effet silicotique et pourquoi la poussière de la roche indienne, qui contient davantage de quartz que la première, n'a pas causé un seul cas de silicose.

La réelle explication, qui est ici présentée, est simple: c'est qu'en Afrique il y a entre les cailloux et les grains de quartz des agrégats de petits filaments de séricite qui ne se trouvent pas dans la roche quartzreuse de Kolar ou très rarement.

En se référant à la figure III a) et b) dans le texte et aux figures 5 et 7 de la planche, la chose devient claire.

Les grains de quartz de la roche de Kolar sont soudés ensemble sans aucun minéral fibreux entre les bords nets des grains individuels.

Entre les cailloux et les grains de quartz du *Banket*, les cristaux filiformes de séricite sont très abondants; en fait, la séricite vient immédiatement après le quartz quant à l'abondance dans la roche sud-africaine.

Il n'est pas avancé que toute la séricite présente y est sous forme fibreuse, beaucoup s'en présente sous forme de minucules écailles, mais ce qui est à noter, c'est que les filaments de ce minéral sont sans nombre dans toute la masse de la roche.

Il a déjà été signalé que la silicose sévit dans quelques mines d'antracite du Sud du Pays de Galles, et il serait intéressant de rechercher pourquoi la silicose se rencontre dans certains districts miniers de la Grande-Bretagne et est entièrement absente dans d'autres.

Afin d'éviter d'allonger cette communication, il ne sera parlé que de certaines roches dangereuses du district d'antracite du Sud du Pays de Galles où la silicose est abondante, elles seront comparées à des roches similaires des mines écossaises où aucun cas authentique de silicose n'a été constaté (1).

Dans beaucoup de mines d'antracite galloises et écossaises, des grès se présentent juste au-dessus et au-dessous des veines de charbon; durant le travail, les grès sont perforés et on les fait exploser. Les grès des mines de houille écossaises remplissent les conditions légales spécifiées par la loi comme donnant droit aux indemnités du fait de silicose tout comme dans les districts d'antra-

(1) Confirmé par le Département des Mines du Gouvernement.

cite. Des deux côtés, les grès sont les mêmes, non seulement comme contenance en quartz, mais aussi quant à la forme et aux dimensions des grains, par conséquent il semble clair que ce n'est pas le quartz seul qui est en cause dans la production des dangereuses poussières du district anthraciteux.

La question se pose par conséquent, qu'est-ce qui est présent dans les grès de ce district et qui n'existe pas dans les grès des mines écossaises? Il est suggéré ici que l'examen pétrographique des deux séries de grès fournit la réponse à la question.

Dans les vingtaines de plaques minces de grès du district d'antracite dont la poussière a provoqué de nombreux cas de silicose, deux faits significatifs ont été établis: d'abord la présence dans ces grès de nombreux minuscules filaments et écailles de séricite (fig. 8 de la planche) et l'absence de feldspath reconnaissable. Il est clair que beaucoup des agrégats de séricite, mais pas le tout, ont été formés par l'altération du feldspath (fig. 9 et 10 de la planche). En d'autres termes, les grès du district d'antracite contiennent une infinité de filaments minces de séricite identiques à ceux trouvés dans les résidus minéraux des poumons silicotiques des mineurs qui ont été employés dans ces charbonnages; les grès écossais contiennent peu de ces filaments, et comparés aux myriades présentes dans les roches du Pays de Galles, on peut dire que dans les grès écossais les filaments de séricite sont rares.

Il y a, d'après l'auteur, une question géologique très intéressante de savoir pourquoi les feldspaths du district de l'antracite et de quelques autres districts miniers sont séricitisés et ceux des charbonnages écossais ne sont pas pour la plupart transformés ainsi en séricite. Il ne discutera pas maintenant cette question, mais il se bornera à

indiquer que c'est intimement lié à une très forte pression et de là, à une température élevée, conditions qui furent réalisées dans les districts où le feldspath a été complètement séricitisé (1).

Il y a un autre cas particulièrement remarquable, c'est celui des Mines de Broken Hill, Nouvelle Galles du Sud, Australie. De nombreux cas de silicose y avaient été diagnostiqués parmi les mineurs, où: « en huit ans 160 mineurs durent être retirés du travail comme souffrant de silicose simple » et dans la même période « 101 comme souffrant de silicose et de tuberculose, 15 seulement survivaient, 86 % étaient décédés ».

La teneur en silice libre dans le minerai de Broken Hill (et les couches de minerai y sont, il faut le noter, de forte épaisseur) varie de 1,62 à 17,73 % et dans la roche encaissante, les moyennes moins de 20 % de silice libre.

Dans quelques-unes des exploitations de Broken Hill où des cas de silicose se sont produits, il n'y a aucune roche qui pourrait être incluse dans aucun des types de roches nommées dans le projet de loi anglaise, et cependant, la poussière produite y a donné lieu à des vingtaines de cas de silicose: c'est en soi-même un fait très significatif. A Broken Hill, cependant, se montre une roche connue sous le nom de « Sillimanite gneiss » dans laquelle le silicate magnésien, la sillimanite, existe parfois en grands cristaux, mais généralement en minces filaments (fig. 11 de la planche); en fait, ce minéral est aussi souvent appelé « Fibrolite » car il se présente communément sous cette forme.

La séricite est aussi abondante dans plusieurs des roches de Broken Hill. Ici donc, nous avons des roches à

(1) Peut-être l'altération du feldspath est-elle due aussi en partie, sinon principalement, à l'action des eaux météoriques (A. H.-U.).

faible teneur en silice libre, mais contenant des filaments de séricite et de sillimanite qui produisent de dangereuses poussières.

L'attention avait été attirée sur la basse teneur en silice libre dans le minerai de Broken Hill et les roches encaissantes par le D^r R. R. Sayers en 1925 et par le D^r Charles Badham et W. E. George de la Nouvelle Galles du Sud à la Conférence Internationale de 1930.

Il est intéressant de noter qu'à cette conférence la possibilité que des silicates peuvent donner lieu (ou jouer un rôle) à la production de la silicose n'a pas été traitée complètement, mais il semble clair d'après la définition acceptée finalement à la dernière séance (que la silicose était produite par la silice non combinée) que le rôle des silicates y a été sous-estimé.

Le D^r E. L. Middleton a cependant assuré alors que tôt ou tard le rôle des silicates comme cause de production de la maladie pulmonaire dans l'industrie devra être étudié systématiquement.

Il y a déjà d'abondants témoignages que les silicates ne peuvent pas être regardés comme un simple groupe ayant un effet uniforme sur les tissus pulmonaires et produisant les mêmes résultats d'affaiblissement et la mort de ceux qui en sont affectés.

Le D^r Bradham, à la même conférence, avança qu'il n'était nullement convaincu que la silice était la « totale histoire » de la maladie. Il trouvait confirmation de cette vue dans le fait que là où il y avait, comme à Broken Hill, 85 % de silicates, dont la plus grande partie indiscernable, on trouvait dans les poumons après la mort, des silicates discernables et non. Il était par conséquent raisonnable d'en déduire que les silicates avaient joué un rôle considérable dans la production de la pneumoconiose fibreuse.

Quelques mots au sujet des argiles employées dans la poterie.

L'argile (clay-body) consistant surtout en Kaolin produit par la décomposition du feldspath, contient des filaments de séricite. La figure 12 de la planche est une microphotographie, en lumière polarisée, d'une argile type de celles employées dans la céramique anglaise, elle a été fournie par le D^r C. L. Sutherland. Elle contient un grand nombre de filaments de séricite, qui, lorsque l'argile est séchée, se répandent facilement dans l'atmosphère.

VII. — Asbestose : Les minéraux qui la produisent.

Bien que cette communication ne concerne pas particulièrement les minéraux qui causent l'asbestose, il y a un fait ou deux à noter à l'occasion de l'examen du résidu minéral du poumon de l'ouvrier qui mourut de cette maladie, faits qui doivent être signalés ici.

Sous le terme commun d'« asbestose », comme on l'emploie dans l'industrie (1) (et maintenant dans la loi, en raison du projet de loi sur la réparation de l'asbeste), plusieurs minéraux sont compris; en pratique, tout minéral fibreux qui a une application industrielle similaire à celle de l'asbeste véritable peut, et est souvent, inclus sous ce nom.

Les filaments d'asbeste dans les résidus sont, pour la plupart, plusieurs fois plus longs que les plus longs filaments de séricite reconnus dans les résidus des poumons silicotiques; quelques-uns (d'asbeste) ont plus de 40 microns de longueur, soit environ 20 fois aussi longs que les plus longs filaments de séricite, et il est possible qu'avec un nombre d'échantillons de poumons plus con-

(1) Le terme minéralogique « asbeste » est réservé à certaines espèces d'amphiboles qui passent à des variétés fibreuses.

sidérable, des filaments plus longs encore pourraient y être trouvés.

Dans la série d'excellentes sections de ce poumon aimablement préparées par M. H. R. Hewer, M. Sc., D. I. C., du Département de Zoologie du Collège Impérial de Science et Technologie, les filaments d'asbeste peuvent être clairement vus au microscope polarisant. Le point intéressant ici est que les filaments dans les alvéoles sont tous de petits filaments d'asbeste de 1 à 2 microns de longueur, ce qui est à peu près la dimension de la grande majorité des filaments de séricite trouvés dans les poumons silicotiques. Ceci peut être intéressant pour les autorités médicales qui n'ont pas examiné de pareilles sections sous le microscope polarisant.

Il serait anormal de trouver de la silice non combinée dans l'asbeste. Ici donc il y a un silicate fibreux minéral qui cause une maladie similaire sous quelques rapports, tout au moins, à la silicose; en d'autres mots, un silicate minéral fibreux, sans présence de quartz ou d'aucune autre forme de silice non combinée, produit une maladie mortelle du poumon.

VIII. — Sommaire et conclusions.

Les résultats de ces investigations sur les résidus minéraux obtenus de 29 poumons silicotiques et de l'examen des roches et matériaux qui ont donné lieu aux poussières inhalées qui ont causé ces cas de silicose, conduisent aux conclusions suivantes :

1° Le volume des résidus minéraux de chacun des poumons silicotiques examinés par l'auteur consiste en minces filaments du minéral séricite, un silicate d'aluminium et de potassium connu aussi comme « mica blanc secondaire ». Ce minéral existe en abondance dans toutes les

roches et matériaux qui donnent naissance à la poussière inhalée; et il y existe en minces filaments et écailles de la grandeur de ceux trouvés dans les résidus et aussi dans le tissu du poumon.

2° La silice à l'état libre, comme quartz, se trouve aussi dans ces résidus en grains gros ou fins, mais seulement en quantités subordonnées à celles de la séricite. Il en est spécialement ainsi du petit nombre de particules de quartz en comparaison des innombrables filaments de séricite.

3° Un grain de quartz relativement grand, mesurant $10 \times 8 \times 5$ microns tel qu'on le trouve dans les résidus, est égal en volume à 800 filaments de séricite mesurant $2 \times 0,5 \times 0,5$ microns, et contribue à autant de silice dans l'analyse chimique d'un résidu que le feraient 1.600 filaments de séricite. Ceci semblera hors de toute proportion avec l'effet silicotique d'un tel grain de quartz dans bronches et bronchioles comparé à l'effet dans les alvéoles de centaines de filaments de séricite.

4° La silice libre, comme quartz, n'est pas la cause principale de la silicose dans ces cas-ci et dans certains autres cas. Cela semble établi de façon péremptoire par l'auteur par les faits ci-après :

a) Le total du quartz et la forme et la grandeur de ses grains dans les grès que l'on trouve, d'une part, dans les travaux du fond des charbonnages écossais et dans ceux du Sud du Pays de Galles sont semblables. Les derniers grès donnent lieu à des poussières qui ont causé de nombreux cas de silicose, tandis qu'il n'y a pas eu un cas authentique de silicose dans les mines écossaises.

b) Le conglomérat quartzeux aurifère du Sud de l'Afrique donne lieu à une poussière qui a causé des milliers de cas de silicose; les roches quartzieuses aurifères de Kolar contiennent plus de quartz que la roche du Sud de l'Afri-

que et cependant la poussière qu'elle produit n'a pas causé de cas de cette maladie.

c) Aucune des roches quartzieuses examinées par l'auteur n'est connue comme ayant donné lieu à des poussières productrices de silicose excepté celles qui contenaient en abondance des agrégats fibreux de séricite ou d'autres silicates minéraux fibreux, peu soudés ensemble et aisément libérés et lancés dans l'atmosphère par le travail de perforation ou par les explosions.

d) Les roches qui contiennent une proportion de quartz relativement faible (bien au-dessous du minimum fixé pour les roches types citées dans le projet de loi anglais sur la silicose) mais qui contiennent certains silicates minéraux fibreux, comme la séricite et la sillimanite, comme par exemple à Broken Hill Mines, Nouvelles Galles du Sud, produisent de la poussière qui a causé un grand nombre de cas de silicose.

5° Les recherches de l'auteur n'ont eu aucun rapport avec l'état pathologique produit par les minéraux dans les poumons. Qu'ils agissent simplement comme irritants mécaniques causant la production de tissus fibreux comme cela a été avancé par quelques autorités bien connues, ou d'actions chimiques modificatrices comme d'autres l'avancent, est une question totalement en dehors du ressort de l'auteur. Ses conclusions ne prouvent rien en faveur de l'une ou l'autre théorie, au contraire, elles fournissent à la première école, la preuve de la présence dans les poumons de milliers de filaments aigus qui vraisemblablement pourraient agir comme irritants mécaniques, et à la deuxième école la preuve de la présence de silicates minéraux moins stables que le quartz, et qui, à cause de leur forme physique, exposent une beaucoup plus grande surface à toute action chimique que les grains de quartz plus compacts.

6° Enfin, il est suggéré ici que c'est principalement la présence dans les roches et matériaux exploités de minéraux fibreux — séricite, sillimanite, trémolite, etc. — (ou une forme fibreuse de silice libre comme dans les cherts, ou une roche fibreuse comme la pierre ponce) en agrégats qui par les chocs de perforation, des explosions, de l'écrasement, se répandent dans l'atmosphère en filaments libérés (isolés) qui leur permet dans la suite d'entrer dans les poumons pour y causer la silicose. Il n'est pas avancé par l'auteur que de minuscules particules de quartz ne pourraient pas, dans certaines circonstances, entrer dans les poumons et y causer la silicose, quoique les cas examinés par lui semblent prouver qu'il n'en a pas été ainsi; mais il soutient que les minéraux fibreux hâtent le processus si considérablement que leur présence dans les roches ou minéraux exploités est de beaucoup plus grande importance dans la production de la maladie que la présence du quartz.

IX. — Remerciements pour les concours obtenus.

Remerciements adressés nommément par l'auteur à chacun de ceux qui, de façon ou d'autre, l'ont aidé dans ses recherches.

(A suivre.)

NOTES DIVERSES

La longue taille dans les couches en dressant

par M. DUBOIS,

Ingénieur Divisionnaire aux Charbonnages de Fontaine-l'Evêque,

et

A. LINARD,

Ingénieur au Corps des Mines, à Charleroi.

En vue d'accroître surtout le rendement en gros de la production ainsi que l'effet utile du personnel occupé dans les travaux souterrains, les dirigeants des charbonnages de Fontaine-l'Evêque ont introduit, dans leurs exploitations en dressant, la méthode d'abatage par long front de taille oblique ou méthode en diagonale.

L'accroissement de sécurité, qu'apporte dans la mine ce nouveau genre de travail, sera souligné par la conclusion de cette note.

I. — Intérêt de la nouvelle méthode d'exploitation.

La couche de houille, où ce système a été appliqué pour la première fois à Fontaine-l'Evêque, est la veine de St-Léon, exploitée au siège n° 2, entre les étages de 1.000 m. et de 940 m.

Suivant son inclinaison de 63 degrés pied midi, la longueur de la tranche déhouillée atteint 67 m. 50.