

tandis que le volume sortant des salles par les canaux d'évacuation était de 82 mètres cubes. La différence, ou 47 mètres cubes, est nécessairement due à de l'air qui entre par des ouvertures accidentelles, par les joints des portes et fenêtres. Or (et c'est ce qu'il importe essentiellement de remarquer ici), une bonne partie de l'air qui entre ainsi par les joints des fenêtres, est, immédiatement après son entrée, attirée par les ouvertures d'appel, qui en sont très-voisines; il s'y rend directement, sans se mélanger à l'air de la salle et, par suite, sans ventiler efficacement. C'est donc de l'air qui entre dans la salle et qui en sort, sans avoir produit d'effet utile, c'est-à-dire sans avoir balayé devant lui l'air vicié. Cet air produit infiniment moins de résultat, pour la ventilation, que celui qui, arrivant par les poêles, pénètre par l'axe de la salle, et ne peut en sortir par les ouvertures latérales qu'après avoir balayé et changé l'atmosphère de l'enceinte.

On pourrait, il est vrai, obvier à cet inconvénient en calfeutrant avec soin les joints des croisées. Cet expédient, qui ôte la faculté d'ouvrir les croisées, avait été en effet mis en pratique, pendant quelque temps, à l'hôpital Beaujon; mais on ne l'a jamais imité à l'hôpital Necker ni à Lariboisière, non parce qu'on était satisfait de la ventilation, mais parce qu'on reculait, avec raison, devant l'emploi d'un tel moyen.

Passons au deuxième système de chauffage et de ventilation qui a été établi à l'hôpital Lariboisière, d'après les plans de MM. Thomas et Laurens. Ici le chauffage est produit par de la vapeur d'eau qui traverse des poêles ou réservoirs d'eau, et la ventilation est provoquée par un agent mécanique.

Le système de ventilation mécanique est bien supérieur, selon nous, au procédé de ventilation *par appel*. Il est mis en usage depuis assez longtemps à la cristallerie de Baccarat, où l'on a pu constater son utile influence sur la santé

des ouvriers. Il a été établi à la Chambre des députés. Il fonctionne avec un succès admirable à Londres, dans la salle de distribution des lettres, dans une pièce où quinze cents personnes sont réunies. C'est celui qui a été adopté définitivement dans les mines, dans la plupart des hauts fourneaux et dans les forges : c'est, en effet, avec des machines soufflantes que l'on porte dans les foyers l'énorme quantité d'air qu'ils consomment. C'est, enfin, la méthode qu'adopta la commission scientifique présidée par M. Regnault, qui avait été chargée, par l'administration des hospices, d'indiquer le système à adopter pour l'hôpital Lariboisière. Voici en quoi consiste ce système.

Une machine à vapeur placée dans une cave, à l'extrémité de l'hôpital, met en mouvement un ventilateur à force centrifuge. Celui-ci aspire, d'un côté, l'air qu'il puise au sommet du clocher de la chapelle et le pousse, de l'autre côté, dans un grand tuyau, qui va le porter et le distribuer aux différentes salles à ventiler.

La vapeur à quatre atmosphères, que produit la chaudière, fait marcher le ventilateur et perd ainsi une partie de sa force élastique, sans perdre presque rien de sa chaleur. Devenue vapeur à basse pression au sortir de la machine, elle est employée comme moyen de chauffage. Pour cela, elle est reçue dans un tuyau spécial, dont les ramifications se rendent dans les poêles à eau qui se trouvent placés dans les salles. Cette vapeur se condense en cédant sa chaleur aux pièces qu'elle parcourt. Revenue à l'état liquide, elle est rapportée à la machine, qui lui rendra bientôt son état gazeux et toutes ses propriétés. Ainsi, toutes ses propriétés sont utilisées, et utilisées avec une perte minime : la vapeur produit son effet mécanique, se détend, et cède ensuite sa chaleur latente en repassant à l'état liquide.

L'air, poussé par le ventilateur dans le grand tuyau porte-vent, se divise entre ses ramifications et se rend aux

salles qu'il doit ventiler; mais, avant de se mélanger à l'atmosphère de l'enceinte, il parcourt un conduit situé sur la ligne médiane, et s'échauffe au contact des tuyaux de vapeur et de retour d'eau; il traverse ensuite les poêles, auxquels il prend encore de la chaleur. L'air, sortant des poêles, monte à la partie supérieure de la salle, s'étend en nappe et descend ensuite, poussé par derrière, par de nouvelles couches qui le suivent et le remplacent. Il arrive bientôt dans la zone de la respiration, et, parvenu à la partie inférieure, il s'engage dans les conduits d'évacuation qui règnent dans les murs latéraux et se rendent tous à une vaste cheminée commune placée à la partie supérieure du comble, d'où il s'échappe au dehors.

L'air, qui pénètre dans la salle, y arrive par la ligne médiane, et, comme il en sort par les parois latérales, après avoir parcouru le trajet que nous avons indiqué, il est bien forcé de changer continuellement et complètement l'atmosphère de l'enceinte.

Tout cet air produit donc ici un effet utile. Tandis que, dans la ventilation par appel, une bonne partie de l'air, dont on constate l'issue par la cheminée, est entrée par les joints des croisées, a rasé le mur pour se rendre à l'ouverture d'appel sans se mélanger à l'air de la salle, ici, au contraire, tout l'air qui entre produit une ventilation effective. Aussi, à volume égal d'air débité, la ventilation mécanique, établie dans les conditions précédentes, produit-elle plus d'effet que la ventilation par appel.

Voilà donc une des différences capitales dans les résultats fournis par les deux systèmes. Ce n'est pas la seule.

M. Grassi a trouvé que, tandis que le système par appel faisait entrer par les poêles 35 mètres cubes d'air par heure et par malade, la ventilation mécanique en donnait 115. Cette quantité d'air déjà si grande, fournie par une machine faisant marcher un seul ventilateur, pourrait encore être augmentée dans une grande proportion si des

circonstances malheureuses, une épidémie, par exemple, exigeaient une ventilation plus énergique et une augmentation du nombre des lits contenus dans les salles.

Le générateur de vapeur sert encore à chauffer l'eau nécessaire aux malades; il dessert le service des bains ordinaires et des bains de vapeur, et fournit l'eau chaude qui alimente la buanderie de l'hôpital. Des dispositions particulières permettent d'augmenter l'humidité de l'air injecté quand il est trop sec par les grands froids, ou de le rafraîchir pendant les chaleurs de l'été. On peut, à volonté, ouvrir ou fermer les croisées, sans troubler la ventilation: la même quantité d'air pur entre toujours par la partie centrale de la salle.

Le chauffage, dans ce dernier système, se produit avec une régularité parfaite. On réunit ainsi l'avantage du chauffage à la vapeur, qui résulte de l'instantanéité de l'effet, à celui du chauffage à l'eau, où l'on met en réserve, dans les poêles, de grandes quantités de chaleur qui se dissipent lentement et à mesure des besoins.

Dans la suite de son mémoire, M. Grassi passe en revue les objections qui ont été faites à chacun de ces deux systèmes opposés que nous venons de décrire. C'est une étude expérimentale dans laquelle nous ne le suivrons pas, afin d'éviter de trop longs détails.

M. Grassi conclut que la ventilation produite par un agent mécanique doit être préférée toutes les fois que l'on peut utiliser, pour des chauffages divers, la vapeur qui sert à faire marcher le ventilateur.

Pour terminer cet exposé des nouveaux procédés de ventilation et de chauffage des lieux publics, nous parlerons d'un système vraiment remarquable par l'économie de ses résultats, et qui est dû à un médecin belge, M. le docteur Van Hecke, de Bruxelles. L'appareil construit d'après les plans de M. Van Hecke fonctionne, depuis plusieurs

années, dans quelques édifices publics de Bruxelles. L'administration des hôpitaux de Paris, en ayant été informée, a fait établir, par l'inventeur, un de ses appareils dans un des pavillons de soixante lits de l'hôpital Beaujon, où il a été soumis à diverses expériences.

Le système de M. Van Hecke a pour base la ventilation mécanique, moyen dont la supériorité est à nos yeux définitivement jugée. C'est donc là un point de départ dont la valeur absolue nous semble acquise. Mais il présente encore une supériorité marquée, au point de vue de l'économie, sur les moyens mécaniques de ventilation qui sont employés par MM. Thomas et Laurens. On peut dire qu'avec ce système, la dépense est réduite à la plus faible proportion possible. Voici, d'ailleurs, l'ensemble des dispositions qui le composent.

M. le docteur Van Hecke se sert de calorifères à air chaud comme moyen de chauffage. Il les combine avec un système de ventilation mécanique, dans lequel l'air est mis en mouvement par un ventilateur particulier de son invention, mû par une petite machine à vapeur. La vapeur qui a servi à faire marcher la machine est employée au chauffage de l'eau nécessaire aux besoins des malades.

Le principe de cet appareil est bon, et ses effets pouvaient être prévus d'avance. Aussi, les expériences qui ont été faites par ordre de l'administration des hospices ont-elles fait constater, dans la cheminée d'évacuation, un débit de 60 mètres cubes d'air par heure et par malade. Ce résultat est surtout remarquable par la force très-minime qui le produit, car la machine n'emploie, dans ces circonstances, qu'un quart de cheval-vapeur, et ne brûle pas une quantité de combustible plus grande que celle que consommaient les fourneaux de cuisine qui existaient avant son établissement.

L'appareil de M. Van Hecke est muni d'un dynamomètre dont le cadran, visible à tous les étages de l'hôpital, indique

à tout moment l'état de la ventilation, et permet ainsi une vérification instantanée de ses résultats. Un compteur spécial permet de déterminer le volume d'air qui a été extrait par la machine pendant plusieurs mois consécutifs, et cela au moyen de deux observations seulement.

Une des différences de ce dernier système avec celui que MM. Thomas et Laurens ont établi à l'hôpital Lariboisière réside en ceci : le ventilateur de MM. Thomas et Laurens pousse l'air dans la salle, tandis que celui de M. Van Hecke, placé au haut de l'édifice, l'aspire par la partie supérieure. Cette dernière disposition n'est pas bonne, selon nous. Elle présente, en effet, une partie des inconvénients que nous avons reprochés, avec M. Grassi, à la ventilation par appel. Mais rien ne serait plus facile que de les éviter. Il suffirait de placer le ventilateur de M. Van Hecke au bas de l'édifice, à l'origine du conduit qui apporte l'air, au lieu de le laisser installé, comme il l'est en ce moment, au sommet de l'hôpital.

M. Van Hecke, qui avait d'ailleurs prévu ces inconvénients, se placera très-aisément dans les conditions que nous venons d'indiquer. Il sera très-intéressant, alors, d'étudier les effets produits par son appareil dans sa nouvelle situation.

Disons, pour terminer, que l'administration de la guerre, qui fait construire en ce moment, à Vincennes, un hôpital de quatre cents lits, et qui s'occupe avec un zèle éclairé du bien-être de ses malades, a récemment ouvert un concours auquel ont pris part les principaux inventeurs des systèmes de chauffage et de ventilation. Comme les appareils de ces divers constructeurs fonctionnent tous aujourd'hui dans un des hôpitaux de Paris, ils seront jugés d'après leurs œuvres, et leur invention pourra être étudiée sur place par l'observation et l'expérience directes. Le résultat du concours ouvert par le ministre de la guerre

pourra donc fixer l'état actuel de la science sur l'importante question d'hygiène publique que nous venons d'examiner.

## 2

Accidents que développe chez les ouvriers en caoutchouc l'inhalation du sulfure de carbone.

L'industrie du caoutchouc a été longtemps à la recherche d'un dissolvant qui permit de traiter manufacturièrement cette substance. L'huile empyreumatique obtenue par la distillation du caoutchouc lui-même fut le premier liquide que l'on reconnut propre à cet usage; mais elle était d'un emploi dispendieux, puisqu'il fallait, pour l'obtenir, sacrifier une grande quantité de caoutchouc, c'est-à-dire de la matière même qu'il s'agissait de traiter. L'essence de térébenthine, la benzine-Colas, furent ensuite employées avec quelques avantages; mais on a reconnu plus tard que le sulfure de carbone, c'est-à-dire la combinaison chimique qui résulte de l'union du soufre et du charbon, est un dissolvant parfait du caoutchouc. Le sulfure de carbone est donc entré largement et tout d'un coup dans l'industrie manufacturière du caoutchouc. Ce composé s'obtient au moyen de deux produits d'une bien faible valeur, le charbon et le soufre, et on le prépare sans la moindre difficulté, par la seule action de la chaleur sur le mélange de ces deux corps. Aussi peut-on le livrer à un prix très-bas dans le commerce, et son introduction dans les manufactures de caoutchouc a-t-elle imprimé à cette branche de fabrication une impulsion considérable. Les emplois du caoutchouc en ont été très-multipliés, en même temps que le prix des objets confectionnés avec cette matière s'est abaissé sensiblement.

Mais si le sulfure de carbone offre de grands avantages pour l'usage industriel, il a l'inconvénient de provoquer

des accidents graves chez les ouvriers qui le manient, et qui sont forcés d'en respirer les vapeurs. L'étude des phénomènes pathologiques que provoque chez les ouvriers l'*inhalation*, c'est-à-dire la respiration de l'air mêlé de vapeurs de sulfure de carbone, a été l'objet d'un mémoire intéressant lu à l'Académie de médecine, et qui vient d'être livré à l'impression<sup>1</sup>. L'auteur de ce mémoire est M. A. Delpech, un des jeunes agrégés les plus distingués de la Faculté de médecine de Paris.

L'observation fortuitement faite sur les animaux avait déjà donné l'éveil sur les propriétés toxiques du sulfure de carbone. Dans les fabriques, sous les hangars où ce liquide se prépare en grandes masses, on avait déjà remarqué que les oiseaux nichés sous le toit tombaient souvent à terre dans un état d'insensibilité, ou du moins d'immobilité complète. Les chats, habitants de la fabrique, avaient paru aussi présenter quelques phénomènes pathologiques. Mais ce sont surtout les troubles graves, et de plus en plus alarmants, qui sont survenus chez les ouvriers des fabriques de caoutchouc, qui ont mis hors de doute les propriétés positivement vénéneuses du sulfure de carbone respiré à l'état de vapeurs.

Voici, d'après l'étude attentive et les observations publiées par M. Delpech, l'action qu'exerce le sulfure de carbone sur les ouvriers qui le respirent.

On observe d'abord chez l'ouvrier qui travaille le caoutchouc par l'intermédiaire de ce liquide, de légers troubles de la digestion, tels que la diminution de l'appétit, des nausées et des vomissements. A une période plus avancée, surviennent des désordres du système nerveux. M. Delpech a noté un affaiblissement des sens chez la plupart des travailleurs: les uns, comme enveloppés d'un brouillard

1. *Mémoire sur les accidents que développe chez les ouvriers en caoutchouc l'inhalation du sulfure de carbone en vapeur*, lu à l'Académie de médecine, par M. A. Delpech. Paris, 1856.

épais, n'apercevaient plus les objets que d'une manière confuse; les autres étaient devenus très-sourds; plusieurs étaient tellement poursuivis par l'odeur du sulfure de carbone qu'ils la retrouvaient partout.

A une époque encore plus avancée de la maladie, la mémoire s'altère : plusieurs ouvriers oublient ce qu'ils ont à faire, et commettent de nombreuses fautes dans leur travail; d'autres sont tourmentés par des maux de tête, des éblouissements et des douleurs dans les membres; la force des bras est diminuée; les jambes, affaiblies, fléchissent, et la démarche est chancelante comme dans l'ivresse. La pâleur de la peau, le teint terreux, la décoloration des membranes muqueuses, tous les indices d'une altération générale de l'économie, viennent s'ajouter à ces derniers symptômes.

M. Delpech a fait cette remarque importante, que les ouvriers attachés aux fabriques de caoutchouc éprouvent des accidents beaucoup moins graves que ceux qui travaillent en chambre. On comprend, en effet, que le travail dans les grandes usines, s'opérant à l'air libre ou dans des pièces bien aérées, la vapeur toxique du sulfure se dissémine dans l'air à mesure de sa production, et affecte moins les organes des personnes qui y séjournent. Mais l'ouvrier qui, dans un étroit réduit, se livre isolément à la préparation des objets confectionnés en caoutchouc, donne une prise beaucoup plus large à l'action délétère de ces vapeurs. La pièce où il travaille est de dimensions exigües; l'air s'en renouvelle rarement et avec difficulté. Souvent, plusieurs ouvriers sont réunis dans le même logement. Ils couchent dans la même pièce qui a servi aux opérations de la journée. Pères et enfants restent exposés, pendant la nuit entière, aux dangereuses émanations du sulfure. On comprend donc que les accidents, comparativement les plus graves, aient été observés par M. Delpech chez les ouvriers en chambre.

Comment parer aux effets désastreux du sulfure de carbone? Sans aucun doute, le moyen le plus simple et le meilleur consisterait à supprimer, dans l'industrie, l'emploi de ce dissolvant, à en revenir à l'huile pyrogénée du caoutchouc, à s'en tenir à la benzine ou à l'essence de térébenthine, qui pourraient remplir le même rôle. Malheureusement, l'action dissolvante de ces divers produits est bien inférieure à celle du sulfure de carbone, et l'industrie du caoutchouc ne saurait rétrograder ainsi vers l'époque de ses débuts. Ce qu'il faut donc, c'est parer aux dangers de l'emploi d'une substance que l'on ne peut plus aujourd'hui songer à proscrire. M. Delpech a donné pour cela des conseils excellents, marqués au coin de la pratique, et que nous allons résumer.

La première précaution à prendre, selon M. Delpech, serait d'interdire, autant que possible, aux ouvriers en chambre, l'usage du sulfure de carbone. Il importe, en effet, de préserver ces individus, malgré eux-mêmes, de l'empoisonnement volontaire auquel ils se soumettent pour obtenir un salaire plus élevé. Il est certain, d'un autre côté, qu'il y a un danger réel pour la santé publique à laisser se développer des vapeurs aussi vénéneuses au sein de maisons habitées, qui sont, d'ailleurs, pour la plupart, peu aérées et placées dans des quartiers industriels où s'entasse une population nombreuse. M. Delpech a vu des familles entières profondément atteintes; il y a là des femmes, des enfants, que la loi ou des règlements de salubrité doivent protéger et défendre. Il faudrait donc interdire d'employer, au moins à dose considérable ou d'une manière continue, le sulfure de carbone dans des logements dépendant de maisons habitées.

Dans les fabriques, les dangers sont moindres pour les ouvriers, mais ils n'en sont pas moins réels. On sait que l'on confectionne beaucoup d'objets en caoutchouc, en dissolvant cette substance dans le sulfure de carbone, et

en appliquant cette dissolution sur des moules; en s'évaporant, la dissolution laisse pour résidu l'enduit solide de caoutchouc avec la forme qu'on a voulu lui donner. C'est principalement dans cette dernière période des opérations que réside le danger pour la santé des ouvriers: car, pendant la dessiccation des moules et le maniement des dissolutions, il se dégage, à l'état de vapeurs, des masses énormes de sulfure qui, nécessairement, sont respirées par l'ouvrier.

Pour atténuer, autant que possible, les dangers de cette opération, il faudrait exiger, d'abord, que les cuves de dissolution fussent fermées avec soin, au moyen d'une fermeture hydraulique, par exemple, et qu'on n'en tirât jamais que la quantité nécessaire au travail immédiat.

Mais il est une propriété curieuse du sulfure de carbone qui, mise à profit, peut rendre les accidents beaucoup moins fréquents.

Le poids spécifique de la vapeur du sulfure de carbone est considérable; il est représenté par le chiffre 2,67: ces vapeurs pèsent donc plus de deux fois autant que l'air sous le même volume: aussi est-ce à la partie inférieure des appartements qu'elle s'accumule; dans les fabriques, les lieux placés le plus bas en sont toujours pénétrés. Il résulte de cette accumulation des vapeurs dans les lieux déclives, un danger réel, puisque, dans les usines, les caves laissées ouvertes en sont souvent remplies. Si l'on exigeait que les ateliers où il se dégage abondamment des vapeurs de sulfure fussent élevés au-dessus du sol, et que le plancher inférieur fût à claire-voie, il en résulterait que presque toutes les vapeurs, abandonnant l'atelier, se porteraient dans cette partie de l'usine. Là, toutefois, un danger nouveau se présenterait, si des appareils de ventilation, mus par la machine à vapeur qui fonctionne dans toutes les usines un peu importantes, n'étaient employés à entraîner au dehors les émanations délétères. On pourrait

peut-être même diriger ces vapeurs dans les fournaux, pour les y enflammer, et ainsi les détruire et les utiliser tout à la fois. Cette prescription ne ferait d'ailleurs que s'ajouter naturellement à celle qui a pour but de forcer les usines à brûler la fumée de leurs foyers, et que des réglemens récents ont rendue obligatoire, ainsi que nous l'avons déjà dit dans le cours de cet ouvrage.

On est d'autant plus fondé à exiger des fabricants les précautions que nous venons de mentionner, que, dans d'autres industries, l'utilité d'une ventilation puissante s'est manifestée de la manière la plus heureuse. Il suffit, pour mettre ce fait hors de doute, de rappeler les excellentes dispositions que d'Arcet avait fait adopter pour préserver les ouvriers doreurs de l'action nuisible des vapeurs de mercure, lorsque la dorure du bronze et des autres métaux au moyen du mercure était le seul procédé employé dans les ateliers.

Ce serait entrer encore dans les vues de la législation qui régit l'industrie, que d'interdire absolument d'employer des enfants dans les ateliers où il se dégage des vapeurs de sulfure de carbone. Le système nerveux des enfants est plus facilement accessible que celui des adultes aux effets toxiques analogues à ceux que subissent les ouvriers en caoutchouc. Il serait donc important que des réglemens salutaires vinssent soustraire l'enfance à une influence qui peut avoir pour elle de si tristes résultats.

A côté de ces moyens généraux, se placent les conseils à donner aux ouvriers qui, quoi qu'on fasse et souvent par leur faute, subiront toujours, bien qu'à un degré plus faible, l'influence des vapeurs du sulfure de carbone. Selon M. Delpuch, les ouvriers des fabriques de caoutchouc devraient être logés à une assez grande distance de l'usine, afin que, chaque jour, en allant à leur travail et en revenant chez eux, ils fussent forcés de respirer largement un air pur, et de laisser leurs vêtements s'aérer et perdre l'o-