

plus considérable, et se terminer en queue de rat pour arriver, à environ deux mètres, à la grosseur normale de toute la pelote. Ainsi attachée, elle doit être descendue dans le canon jusqu'à la bourre, en la maintenant bien roide; c'est alors que l'on a soin de la garnir de coton brut tout autour à une hauteur de trois ou quatre centimètres, de telle façon que cette partie de la charge représenté assez bien une chandelle de coton dont la corde serait la mèche. Au moment de l'explosion, le coton sert de bourrelet à la corde, la préserve, la chasse avant la balle, et amortit si complètement la secousse, qu'avec ces précautions on peut tirer la plus mince ficelle sans craindre de rupture.

La corde est en coton (ce qui lui donne l'avantage de flotter sur l'eau dans toute sa longueur, et permet de la saisir lors même qu'elle a manqué le but sur lequel on a voulu la diriger), et pelotée sur un mandrin de bois de forme conique, commençant par le bout destiné à partir, et croisant les tours les uns sur les autres, en ayant soin de laisser un petit intervalle entre chacun d'eux; au moment de tirer, on ôte le mandrin, puis on pose la pelote à ses pieds, et elle se dévide par le centre, tirée par la balle, sans mouvement indiquant aucune secousse.

L'appareil Debouteville se fait remarquer par sa grande simplicité, par son grand bon marché, à la portée des plus petits navires, et a l'avantage d'être d'un transbordement facile sur les plus petites embarcations; il peut, en outre, être employé dans une foule de circonstances où les autres appareils deviennent impuissants. Il serait aussi d'une grande utilité sur les côtes, dans les conditions de tir de terre à bord, et chaque poste de douanier pourrait être pourvu d'une pelote et d'une balle, que la carabine dont il est armé habituellement serait très-propre à lancer; ce serait là une mesure de sécurité peu dispendieuse, et dont la marine retirerait certes d'excellents résultats.

Nous avons mis sous les yeux du lecteur les considérations présentées par les différents inventeurs d'appareils de sauvetage, pour établir les avantages et la supériorité relative de leurs appareils. Dans l'état d'indécision forcée où flotte encore cette question, et dans l'impossibilité où l'on se trouve de pouvoir exprimer sur ce point un jugement certain, c'est là le seul parti que prescrivait d'adopter l'impartialité de la critique.

---

## XII

### HYGIÈNE PUBLIQUE.

#### I

Du chauffage et de la ventilation des hôpitaux. — Importance de la question. — Volume d'air nécessaire à la respiration de chaque individu. — Histoire des essais de ventilation; les magnaneries, les assemblées délibérantes, les théâtres, les prisons, les hôpitaux. — Étude, par M. Grassi, des deux systèmes de ventilation employés dans les hôpitaux de Paris. — Système de chauffage par circulation d'eau chaude et de ventilation par appel, et système à ventilateur mécanique. — Appareils de M. Léon Duvoir, et de MM. Thomas et Laurens. — Système Van Hecke. — Conclusion.

La respiration d'un air pur est aussi nécessaire à l'entretien de la vie que l'alimentation même. Les maladies les plus graves que la médecine ait à combattre proviennent de l'inspiration d'une atmosphère viciée. Les professions sédentaires, s'exerçant dans des locaux étroits, d'une capacité insuffisante, ou qui demeurent trop longtemps fermés, sont une cause fréquente de phthisie pulmonaire. La fièvre typhoïde éclate souvent, sous forme épidémique, dans les casernes, dans les hôpitaux, par suite de la viciation de l'air résultant de l'insuffisance du local. Les mêmes causes qui produisent ces tristes effets pour les agglomérations de personnes dans une salle de dimensions insuffisantes, produisent aussi le même résultat pour un seul individu dans son habitation privée. Dans le premier cas, c'est une épidémie qui survient; dans le second cas, c'est une affection de famille qui se déclare.



Un seul homme, une famille, enfermés dans une pièce de dimensions exigües, où l'air ne se renouvelle pas d'une manière suffisante, sont exposés aux mêmes dangers qu'un grand nombre de personnes qui séjournent dans une grande pièce mal aérée.

La question de la ventilation dans les habitations privées et dans les hôpitaux, est donc une de celles qui doivent le plus préoccuper les hygiénistes et les amis de l'humanité. Il ne suffit pas d'ouvrir aux souffrances du pauvre un asile où lui sont prodigués les secours les plus assidus et les soins éclairés des maîtres de la science médicale. Il faut encore, de toute nécessité, pourvoir, dans nos hospices, au renouvellement constant et parfait de l'atmosphère des salles, où tant de causes de viciation et d'altération prennent continuellement naissance.

Cette question, dont on s'embarrassait à peine il y a quelques années, est devenue, dans ces derniers temps, l'objet des préoccupations des hygiénistes. L'administration des hospices de Paris a fait installer, dans quelques-uns de ses établissements, des appareils devant servir tout à la fois au chauffage et à la ventilation des salles. La comparaison de ces divers systèmes, leur utilité relative, les résultats qu'ils fournissent dans la pratique, tel est le sujet d'un travail qui vient d'être exécuté avec beaucoup de soin par M. Grassi, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu<sup>1</sup>. Nous allons donner, à l'occasion de ce travail, un exposé de l'ensemble et des détails principaux de l'importante question de la ventilation dans les lieux publics. Aucun sujet n'est plus digne de l'intérêt, de la sympathie de nos lecteurs, puisqu'il touche à l'amélioration des conditions hygiéniques de toutes les classes, et qu'il doit avoir pour premier effet l'allégement des maux et des souffrances du pauvre.

1. *Étude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, par M. Grassi, docteur en médecine, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu. In-8° de 80 pages.

Nous commencerons par donner un exposé général de la question. Nous passerons ensuite à l'application pratique qui a été faite de ces principes.

Lorsqu'un certain nombre de personnes sont réunies dans un espace clos, par exemple dans une salle fermée par nos moyens ordinaires de clôture, elles éprouvent, au bout d'un temps plus ou moins long, un malaise particulier que l'on ne fait cesser qu'en renouvelant l'air qui les environne. Ce fait, constant et connu de tout le monde, se produit au bout d'un temps variable, selon la capacité du local que l'on considère, selon sa clôture plus ou moins complète et le nombre des personnes qu'il contient.

Ce phénomène est dû à la viciation de l'air. Le renouvellement de l'air altéré est le seul moyen à opposer à sa manifestation. Mais quelles sont les causes de cette altération de l'air dans une salle habitée? Ces causes sont nombreuses; quelques-unes peuvent être mesurées exactement.

A cette dernière catégorie appartiennent les modifications de température, le changement de composition de l'air, ainsi que les variations dans les quantités d'humidité qu'il contient. On sait que l'homme, par sa respiration, prend de l'oxygène à l'air qui l'environne, et le remplace par de l'acide carbonique. La quantité d'acide carbonique produit s'élève en moyenne à 500 litres par jour pour chaque individu adulte. En outre, par sa respiration et sa transpiration cutanée, il émet chaque jour 1300 grammes d'eau à l'état de vapeur, qui emporte en même temps avec elle une partie de la chaleur produite dans l'organisme.

Les autres causes de viciation, qui jusqu'à ce jour ont échappé à nos procédés de mesure, n'en sont pas pour cela moins réelles. Elles proviennent de la présence de matières animales produites par les êtres vivants, et qui manifestent leur présence dans l'air confiné, par une odeur particulière, désagréable, même quand il s'agit d'individus



sains. L'importance de cette dernière cause de viciation de l'air augmente et domine toutes les autres quand il s'agit d'une réunion de malades.

Le moyen le plus efficace d'éviter ou de diminuer ces inconvénients, c'est l'emploi d'un bon système de ventilation. Le problème à résoudre est celui-ci : *Enlever d'une salle l'air, soit vicié par les êtres vivants ou par toute autre cause, soit trop refroidi, soit trop échauffé, et chargé de vapeurs et de substances animales. Le remplacer par un air pur, chaud en hiver, frais en été, de manière à assurer dans cette salle les conditions de la plus complète salubrité.*

Il faut admettre d'une manière générale que l'état de l'air confiné, le plus favorable à l'entretien régulier de nos fonctions respiratoires, est celui qui se rapproche le plus de l'air ordinaire. Mais cette composition normale étant impossible à réaliser dans une enceinte où il existe une cause permanente d'altération, c'est-à-dire la réunion d'un certain nombre de personnes, les hygiénistes et les chimistes ont réuni leurs études pour déterminer les limites dans lesquelles il faut entretenir la composition de l'air dans un espace habité.

Des expériences de ventilation, indépendantes de toute idée théorique préconçue, ont été faites pour déterminer la quantité d'air qu'il importe de fournir à un certain nombre d'individus rassemblés, afin de maintenir leur respiration dans les conditions normales; les assistants de l'enceinte étaient établis seuls juges du manque ou de l'excès d'air sous l'influence de dosages variables. Un de nos habiles chimistes, M. Félix Leblanc, par des recherches qui remontent à plusieurs années, trouva dans l'air sortant de l'enceinte, 2 à 3 millièmes d'acide carbonique par mètre cube, c'est-à-dire quatre à cinq fois plus qu'il n'en existe dans l'air normal. D'autre part, d'Arcet avait déjà fixé à 7 grammes de vapeur d'eau la quantité d'humidité que renferme un mètre cube d'air, lorsqu'il est capable de

débarrasser nos organes de la vapeur d'eau qui leur est inutile, sans agir pourtant sur eux d'une manière pénible par sa trop grande sécheresse.

Ainsi, deux à trois millièmes d'acide carbonique et sept grammes de vapeur d'eau, par mètre cube, sont les limites que l'altération de l'air ne doit pas dépasser. Des expériences qui furent faites à l'ancienne chambre des députés ont prouvé que ces conditions sont remplies quand on établit une ventilation faisant passer vingt mètres cubes d'air par heure et par individu.

En fournissant à une réunion de personnes en santé vingt mètres cubes d'air par heure et par individu, on satisfait donc complètement à toutes les exigences d'une bonne hygiène. Mais, hélas! combien peu de lieux publics présentent ces conditions hygiéniques!

Considérez, par exemple, nos salles de spectacle, où, pour augmenter encore les causes de viciation de l'air, des centaines de becs de gaz versent sans cesse des torrents d'acide carbonique et de vapeur d'eau qui s'ajoutent à ceux que produisent les spectateurs. Aussi, avec quel plaisir, quelle avidité même, est-on empressé d'aller, par intervalles, respirer, à pleins poumons, un peu d'air frais au dehors? La question de la ventilation des théâtres a préoccupé, nous le savons, plusieurs directeurs de nos grandes scènes, qui ont cherché à donner aux spectateurs ce bien-être qui dispose à goûter plus complètement les jouissances de l'esprit. Cependant, chacun de nous a pu s'assurer que souvent le but était bien loin d'être atteint.

Examinez les ateliers de beaucoup d'industries, et vous en trouverez encore bon nombre où l'atmosphère lourde, mal renouvelée, est continuellement chargée de poussières de toute nature. Si vous consultez alors les statistiques de la mortalité, vous ne serez plus surpris de voir les hygiénistes réclamer hautement des réformes dans les dispositions des locaux industriels, et vous comprendrez de quelle



importance il serait que le gouvernement cherchât à améliorer les conditions dans lesquelles se trouve encore aujourd'hui trop souvent placée cette partie de la classe laborieuse.

Mais si, au lieu de considérer une réunion de personnes bien portantes, nous cherchons ce qu'il faudrait faire pour une réunion de malades, pour une salle d'hôpital, où tant de malheureux viennent chercher la guérison de leurs maux, le problème se complique, les causes de viciation de l'air deviennent plus nombreuses et plus intenses. Au premier rang de ces causes d'altération, se placent, sans contredit, les émanations de matières animales.

Quel est le médecin, quel est l'élève, quel est le visiteur des hôpitaux, qui n'a pas été péniblement affecté par l'odeur qui s'exhale de certaines salles, quand on y entre le matin, ou seulement après quelques heures de clôture, et cela malgré les soins minutieux de propreté auxquels on a recours? C'est probablement à cette cause qu'il faut rapporter l'aggravation de certaines affections qui n'étaient que fort légères au moment de l'entrée du malade, comme aussi la longueur des convalescences, la facilité des rechutes, et le peu de réussite, dans les hôpitaux, de certaines opérations chirurgicales pour lesquelles on compte un nombre bien supérieur de succès dans la pratique civile. Les hôpitaux consacrés à l'enfance et aux femmes en couches sont certainement placés, sous ce rapport, dans les conditions les plus défavorables. Sur l'enfant, sur la nouvelle accouchée, ces aggravations d'un mal léger, à l'origine, se remarquent, dans nos hospices, avec une déplorable fréquence.

Les circonstances fâcheuses que nous venons d'énumérer ont frappé depuis longtemps les médecins et les administrateurs des hospices. On a cherché à les faire disparaître en appliquant à plusieurs établissements

un système de ventilation lié à celui du chauffage. L'hôpital Beaujon et l'hôpital Necker, à Paris, depuis plusieurs années déjà, ont été pourvus d'appareils de ce genre.

Il y a dans l'histoire de l'adoption générale des moyens de ventilation, une circonstance bien singulière et qui mérite d'être consignée ici. Ce qui a fait réaliser le premier emploi de la ventilation, ce qui en a fait, dans l'origine, prescrire l'usage, ce n'est pas l'humanité, c'est l'industrie. Ce n'est pas aux malades des hôpitaux que l'on a songé la première fois pour le renouvellement de l'atmosphère altérée, c'est... aux vers à soie! L'observation démontra avec évidence l'utilité d'une ventilation active dans les magnaneries, et c'est là qu'elle reçut, au moins en France, sa première réalisation pratique.

La ventilation, employée d'abord dans les magnaneries, dans un but d'intérêt privé, fut réclamée bientôt par les assemblées délibérantes. Les premiers essais de ce genre que l'on ait faits en Angleterre, eurent pour théâtre la chambre des lords et celle des communes. En France, la ventilation fut appliquée, pour la première fois, au palais de l'ancienne chambre des pairs, et la nécessité de cette mesure hygiénique n'était que trop réelle. Quand on se plaçait dans la proximité d'un conduit par où se dégageait l'air qui venait de traverser la salle des séances de nos respectables législateurs, on sentait une odeur si méphitique, qu'il était impossible de la supporter plus de quelques secondes. La tige en cuivre d'un paratonnerre passait dans le voisinage de cette partie du bâtiment : on était obligé de la renouveler chaque année en raison de sa prompte altération par le gaz hydrogène sulfuré contenu dans l'air balayé de la salle.

Après la chambre des pairs, c'est à la chambre des députés, ensuite au conseil d'État, que furent appliqués les appareils de ventilation.



Vinrent ensuite les théâtres.

Après les théâtres on s'occupa des prisonniers : dans les nouvelles prisons cellulaires, on s'empessa d'établir un système complet de ventilation.

Les hôpitaux ne vinrent qu'après les prisons ! Ainsi, ce n'est qu'après avoir pourvu à la salubrité des condamnés que l'on s'est préoccupé de celle des malades. Cet ordre de succession est assez singulier pour qu'on le note en passant. Sans doute, les améliorations dont il s'agit étaient excellentes en principe, et dans les deux cas, mais il nous semble que, dans une question de philanthropie, les honnêtes gens malades auraient dû passer avant les coupables bien portants.

L'administration de l'assistance publique a fait construire, il y a quelques années, dans le clos Saint-Lazare, un hôpital magnifique, l'hôpital Lariboisière, où tous les soins et presque toutes les recherches du luxe ont été réunis, et que l'on pourrait, à bon droit, nommer le *palais du pauvre*. Elle a voulu mettre à profit les résultats les plus récents de la science, pour améliorer les conditions hygiéniques de ses malades. On a donc fait établir, à grands frais, dans cet hôpital, les deux systèmes de chauffage et de ventilation réputés jusqu'ici les meilleurs. Ces deux systèmes y fonctionnent aujourd'hui simultanément, et l'on peut les juger tous les deux par comparaison. L'étude comparative des effets produits devait donc fournir des données utiles pour se prononcer sur la valeur relative des procédés employés pour la ventilation, et pour résoudre cette grande question d'hygiène.

Cette étude a été faite par M. le docteur Grassi, alors pharmacien en chef de l'hôpital Lariboisière, aujourd'hui pharmacien de l'Hôtel-Dieu. Nous allons donner à nos lecteurs une idée des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière, et passer en

revue quelques-uns des faits renfermés dans le mémoire de M. Grassi.

Disons d'abord que l'hôpital Lariboisière contient six pavillons destinés à contenir chacun cent malades : trois pavillons pour les hommes, et trois pour les femmes.

L'un des systèmes de ventilation établi à Lariboisière a été imaginé et établi par M. Léon Duvoir, habile constructeur de ce genre d'appareils : il chauffe par la *circulation d'eau chaude* et ventile par *appel d'air*. Dans le second système, établi d'après les plans de MM. Thomas, Laurens et Grouvelle, la ventilation est produite par un agent mécanique, par une machine à vapeur. Quant au chauffage, il s'obtient au moyen de poêles pleins d'eau, chauffés par la vapeur qui sort des machines après avoir produit son action mécanique.

M. Léon Duvoir avait à chauffer et à ventiler, à l'hôpital Lariboisière, les trois pavillons occupés par les femmes : il a établi un appareil distinct pour chaque pavillon.

Pour bien comprendre le principe sur lequel repose le système de chauffage de M. Léon Duvoir, représentons-nous une chaudière fermée, donnant issue, à sa partie supérieure, à un tube qui monte verticalement à une certaine hauteur, se recourbe horizontalement, marche dans cette direction, puis descend, après avoir parcouru un circuit plus ou moins long, et revient en définitive pénétrer dans la partie inférieure de la chaudière. Si la chaudière et le tube sont remplis d'eau à la même température, ce liquide restera en équilibre et en repos. Mais si l'on vient chauffer un point du circuit, la chaudière par exemple, à l'instant l'équilibre sera rompu : la couche d'eau chauffée, devenant plus légère, s'élèvera dans le tube vertical, et sera bientôt suivie par d'autres couches, qui s'élèveront à leur tour : elles seront, à leur départ, remplacées, dans la chaudière, par des couches d'eau froide venant du tube inférieur. Il se produira donc dans la masse liquide un mouvement



circulatoire. Mais si, à mesure que les couches d'eau chaude arrivent dans le tube horizontal et dans celui qui le suit, on leur enlève la chaleur qu'elles avaient apportée, des circonstances analogues à celles du commencement de l'expérience se reproduisent, et le mouvement circulatoire continue à se faire, toujours dans le même sens. On peut donc, au moyen de cet appareil, donner à la partie inférieure du circuit, c'est-à-dire à la chaudière, de la chaleur, que l'eau emporte avec elle, et que l'on peut retrouver et utiliser en un point plus ou moins éloigné du trajet.

Tel est le principe sur lequel est fondé l'appareil à *circulation d'eau*.

A l'hôpital Lariboisière, M. Léon Duvoir a placé son foyer dans l'office du rez-de-chaussée. Du sommet de la chaudière part un tube qui monte verticalement, et se recourbe ensuite pour aboutir à un grand réservoir d'eau placé au milieu du comble, dans une chambre surmontée d'une grande cheminée d'appel. De ce réservoir partent les tubes qui desservent les divers étages. Chacun de ces tubes, arrivé à l'étage qui lui est destiné, court sous le parquet, arrive au premier poêle plein d'eau, parfaitement clos, et débouche à sa partie supérieure; il renait à sa partie inférieure pour aller alimenter le second poêle, et ainsi de suite; après quoi, il redescend et retourne à la partie inférieure de la chaudière.

Considéré dans son ensemble, cet appareil se compose donc d'un grand circuit, offrant, de distance en distance, des renflements représentés par les poêles d'eau, qui servent de réservoirs de chaleur. La chaleur accumulée dans le réservoir supérieur vient se communiquer aux poêles qui la distribuent à l'air de la salle.

Voilà pour le chauffage dans le système de M. Léon Duvoir; voyons comment se fait la ventilation.

La chambre qui contient le réservoir d'eau chaude, située au haut de l'édifice, se trouve en communication par

des canaux verticaux placés dans l'épaisseur des murs, avec les différentes salles, dans lesquelles ces divers canaux débouchent, au niveau du sol, entre les lits. L'air, qui est en contact avec le réservoir supérieur, s'échauffe, devient plus léger, monte et s'échappe par la cheminée. Il se fait ainsi un vide partiel, qui est comblé par l'air venant des salles, et qui monte par les canaux d'évacuation. Une partie de l'air des salles étant ainsi aspirée, doit être nécessairement remplacée par de l'air extérieur. Cet air s'introduit dans les salles par des canaux placés dans l'épaisseur du parquet, et qui aboutissent, d'un côté à l'extérieur, et de l'autre à un vide qui existe à la partie centrale des poêles; de telle sorte que cet air ne peut arriver dans la salle qu'après s'être échauffé au contact des poêles.

Mais, pendant l'été, il faut ventiler les pièces sans les chauffer. Pour y parvenir, on se borne à chauffer le réservoir des combles, ce qui provoque la force ascensionnelle de l'air, et l'on ne chauffe point les poêles des salles. Il suffit, pour cela, de fermer leur communication avec le réservoir supérieur, et d'ouvrir un conduit qui ramène directement à la chaudière l'eau du réservoir supérieur.

Le même appareil sert encore à chauffer l'eau nécessaire aux besoins des malades.

Le système imaginé par M. Léon Duvoir fonctionne très-bien pour le chauffage; il maintient une bonne température dans les salles, même par des froids très-rigoureux.

Mais, selon M. Grassi, il n'a pas les mêmes avantages pour la ventilation. Cet expérimentateur a mesuré avec soin le volume d'air qui entre par les poêles et celui qui sort, dans le même temps, par la cheminée d'appel. Voici le résultat de ses mesures:

Dans les meilleures conditions, l'air entrant par les poêles était de 35 mètres cubes par heure et par malade,