

DE LA
CIRCULATION DE L'EAU
CONSIDÉRÉE COMME MOYEN DE
CHAUFFAGE ET DE VENTILATION
DES ÉDIFICES PUBLICS.



*On trouve à la même Librairie les ouvrages suivants
de M. BOUDIN.*

- CARTE PHYSIQUE ET MÉTÉOROLOGIQUE du Globe Terrestre, comprenant la distribution géographique de la Température, des Vents, des Pluies et des Neiges. Adoptée par le Ministère de la Marine. Seconde édition, corrigée et augmentée. Paris, 1852. Une feuille grand colombier. 6 fr.
- CARTE DES COURANTS MARITIMES et de la Température des Mers. Une feuille grand colombier. Paris, 1852. 5 fr.
- CARTE BOTANIQUE DU GLOBE TERRESTRE, comprenant la distribution géographique des Peuples. Une feuille grand-colombier. Paris, 1852. 5 fr.
- Chaque Carte, collée sur toile, 1 fr. 25 c. en sus.
- DE LA CIRCULATION DE L'EAU, considérée comme moyen de Chauffage et de Ventilation des Édifices publics. Deux Mémoires. Paris, 1852. 6 fr.
- ÉTUDES SUR LE CHAUFFAGE, la Réfrigération et la Ventilation des Édifices publics. Avec une planche. Paris, 1850, in-8. 2 fr. 50 c.
- RECHERCHES SUR L'ÉCLAIRAGE. Paris, 1851, in-8. 1 fr. 25 c.
- ÉTUDES SUR LE PAVAGE, le Macadamisage et le Drainage. Paris, 1851, in-8. 1 fr. 25 c.
- ÉTUDES DE PATHOLOGIE COMPARÉE des Races humaines. Paris, 1849, in-8. 3 fr.
- ESSAI SUR LES LOIS PATHOLOGIQUES de la Mortalité. Paris, 1848, in-8. 1 fr. 50 c.
- DE L'HOMME PHYSIQUE ET MORAL, dans ses rapports avec le double mouvement de la Terre. Paris, 1851, in-8. 2 fr. 50 c.
- DU TYPHUS CÉRÉBRO-SPINAL (Méningite cérébro spinale épidémique). Paris, 1849, in-8. 3 fr.
- ÉTUDES SUR LA MORTALITÉ et l'Acclimatement de la population française en Algérie. Paris, 1847, in-8. 1 fr. 50 c.
- ÉTUDES STATISTIQUES sur les lois de la Population. Paris, 1850, in-8. 1 fr. 50 c.
- STATISTIQUE DE L'ÉTAT SANITAIRE et de la Mortalité du Cheval de Cavalerie. Paris, 1850, in-8. 1 fr. 50 c.
- ÉTUDES SUR LE RECRUTEMENT DE L'ARMÉE. Paris, 1849, in-8. 3 fr.
- HYGIÈNE MILITAIRE COMPARÉE et Statistique médicale des Armées de Terre et de Mer. Paris, 1848, in-8. 3 fr. 50 c.
- STATISTIQUE DE L'ÉTAT SANITAIRE et de la Mortalité des Armées, considérées dans des conditions variées de Temps et de Lieux, d'Age, de Race et de Nationalité. Paris, 1846, in-8. 3 fr. 50 c.
- ÉTUDES SUR LA THORACENTÈSE. Paris, 1849, in-8. 1 fr. 50 c.
- COLONISATION FRANÇAISE EN ALGÉRIE. Paris, 1848, in-8. 1 fr. 50 c.
- LETTRES SUR L'ALGÉRIE. Paris, 1848, in-8. 2 fr.
- ÉTUDES DE GÉOGRAPHIE MÉDICALE. Paris, 1846, in-8. 2 fr.
- ÉTUDES DE GÉOLOGIE MÉDICALE. Sur la Phthisie pulmonaire et de la Fièvre typhoïde, dans leurs rapports avec les localités marécageuses. Paris, 1845, in-8. 2 fr. 50 c.
- ESSAI DE GÉOGRAPHIE MÉDICALE. Paris, 1843, in-8. 3 fr.
- TRAITÉ DES FIÈVRES INTERMITTENTES, RÉMITTENTES ET CONTINUES des Pays chauds et des Contrées marécageuses, suivi de Recherches pratiques sur l'emploi des Préparations arsenicales. Paris, 1842, in-8. 5 fr.
- RECHERCHES SUR LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION DE LA VIANDE EN EUROPE. Paris, 1850, in-8. 1 fr. 50 c.



On trouve à la même Librairie les ouvrages suivants
de M. BOUDIN.

- CARTE PHYSIQUE ET MÉTÉOROLOGIQUE du Globe Terrestre, comprenant la distribution géographique de la Température, des Yents, des Pluies et des Neiges. Adoptée par le Ministère de la Marine. Seconde édition, corrigée et augmentée. Paris, 1832. Une feuille grand colombier. 6 fr.
- CARTE DES COURANTS MARITIMES et de la Température des Mers. Une feuille grand colombier. Paris, 1832. 5 fr.
- CARTE BOTANIQUE DU GLOBE TERRESTRE, comprenant la distribution géographique des Peuples. Une feuille grand-columbier. Paris, 1832. 5 fr.
Chaque Carte, collée sur toile, 1 fr. 25 c. en sus.
- DE LA CIRCULATION DE L'EAU, considérée comme moyen de Chauffage et de Ventilation des Édifices publics. Deux Mémoires. Paris, 1852. 6 fr.
- ÉTUDES SUR LE CHAUFFAGE, la Réfrigération et la Ventilation des Édifices publics. Avec une planche. Paris, 1850, in-8. 2 fr. 50 c.
- RECHERCHES SUR L'ÉCLAIRAGE. Paris, 1851, in-8. 1 fr. 25 c.
- ÉTUDES SUR LE PAVAGE, le Macadamisage et le Drainage. Paris, 1851, in-8. 1 fr. 25 c.
- ÉTUDES DE PATHOLOGIE COMPARÉE des Races humaines. Paris, 1849, in-8. 3 fr.
- ESSAI SUR LES LOIS PATHOLOGIQUES de la Mortalité. Paris, 1848, in-8. 1 fr. 50 c.
- DE L'HOMME PHYSIQUE ET MORAL, dans ses rapports avec le double mouvement de la Terre. Paris, 1851, in-8. 2 fr. 50 c.
- DU TYPHUS CÉRÉBRO-SPINAL (Méningite cérébro spinale épidémique). Paris, 1849, in-8. 3 fr.
- ÉTUDES SUR LA MORTALITÉ et l'Acclimatement de la population française en Algérie. Paris, 1847, in-8. 1 fr. 50 c.
- ÉTUDES STATISTIQUES SUR les lois de la Population. Paris, 1850, in-8. 1 fr. 50 c.
- STATISTIQUE DE L'ÉTAT SANITAIRE et de la Mortalité du Cheval de Cavalerie. Paris, 1850, in-8. 1 fr. 50 c.
- ÉTUDES SUR LE RECRUTEMENT DE L'ARMÉE. Paris, 1849, in-8. 3 fr.
- HYGIÈNE MILITAIRE COMPARÉE et Statistique médicale des Armées de Terre et de Mer. Paris, 1848, in-8. 3 fr. 50 c.
- STATISTIQUE DE L'ÉTAT SANITAIRE et de la Mortalité des Armées, considérées dans des conditions variées de Temps et de Lieux, d'Age, de Race et de Nationalité. Paris, 1846, in-8. 3 fr. 50 c.
- ÉTUDES SUR LA THORACENTÈSE. Paris, 1849, in-8. 1 fr. 50 c.
- COLONISATION FRANÇAISE EN ALGÉRIE. Paris, 1848, in-8. 1 fr. 50 c.
- LETTRES SUR L'ALGÉRIE. Paris, 1848, in-8. 2 fr.
- ÉTUDES DE GÉOGRAPHIE MÉDICALE. Paris, 1846, in-8. 2 fr.
- ÉTUDES DE GÉOLOGIE MÉDICALE. Sur la Phthisie pulmonaire et de la Fièvre typhoïde, dans leurs rapports avec les localités marécageuses. Paris, 1845, in-8. 2 fr. 50 c.
- ESSAI DE GÉOGRAPHIE MÉDICALE. Paris, 1843, in-8. 3 fr.
- TRAITÉ DES FIÈVRES INTERMITTENTES, RÉMITTENTES ET CONTINUES des Pays chauds et des Contrées marécageuses, suivi de Recherches pratiques sur l'emploi des Préparations arsenicales. Paris, 1842, in-8. 5 fr.
- RECHERCHES SUR LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION DE LA VIANDE EN EUROPE. Paris, 1850, in-8. 1 fr. 50 c.



DE LA
CIRCULATION DE L'EAU
CONSIDÉRÉE COMME MOYEN DE
CHAUFFAGE ET DE VENTILATION
DES ÉDIFICES PUBLICS,

PAR

J.-CH.-M. BOUDIN,

Médecin en chef de l'Hôpital militaire du Roule,
Officier de la Légion d'honneur.

Deuxième Mémoire.

PARIS.
CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE NATIONALE DE MÉDECINE,
Rue Hautefeuille, 49.

1852.



EXTRAIT DES

ANNALES D'HYGIÈNE PUBLIQUE ET DE MÉDECINE LÉGALE, 1852, tome XLVII.
Journal rédigé par MM. Adelon, Andral, Bayard, Boudin, Brierre de Boismont, Chevallier, Devergie, Gaultier de Claubry, Guérard, Kéraudren, Leuret, Orfila, Amb. Tardieu, Trébuchet, Villermé; publié depuis 1829, tous les trois mois, par cahiers de 250 pages avec planches. — Prix de l'abonnement par année, 18 francs; *franco* pour les départements, 21 francs.

A Paris, chez J.-B. Baillière, 19, rue Hautefeuille.



DE LA
CIRCULATION DE L'EAU

CONSIDÉRÉE COMME MOYEN DE

CHAUFFAGE ET DE VENTILATION
DES ÉDIFICES PUBLICS.

Depuis la publication de notre premier mémoire, la question du chauffage et de la ventilation des édifices publics a été l'objet de diverses études importantes. D'une part, M. le général Morin a rendu compte à l'Académie des sciences (1) de travaux récents de ventilation exécutés par M. L. Duvoir à l'École des arts et métiers, et des résultats anémométriques qui en ont été l'effet.

Nous avons signalé la substitution de la *circulation de l'eau* au système de chauffage par *circulation et par immersion de vapeur* (2), qui fonctionnait depuis plusieurs années au palais de l'Institut ; aujourd'hui nous sommes en mesure de faire connaître diverses expériences qui constatent les bons résultats déjà obtenus. Enfin, nous résumerons plusieurs documents relatifs au chauffage et à la ventilation du nouvel hôpital du Nord (3), documents dont les uns proviennent soit des concurrents eux-mêmes, soit des commissions instituées par

(1) Voyez *Comptes rendus hebdomadaires*, 1852, n° 17.

(2) Les liquides peuvent être chauffés directement ou par la vapeur. Le chauffage direct s'opère en plaçant le vase qui renferme le liquide sur un foyer ; le chauffage au moyen de la vapeur d'eau s'effectue par deux procédés : 1° par la condensation de la vapeur dans le liquide lui-même, c'est le système dit *par immersion* ; 2° par la circulation de la vapeur dans un serpentín ou dans tout autre appareil analogue : c'est le chauffage des liquides *par circulation de vapeur*.

(3) Nouveau nom de l'hôpital de la République, autrefois hôpital Louis-Philippe.



le préfet de la Seine ou par le ministre de l'intérieur, pour l'examen des divers projets présentés. Nous allons passer successivement en revue ces trois questions, en les classant d'après leur importance relative.

I. — HÔPITAL DU NORD (1).

Le concours ouvert par l'administration de l'assistance publique, pour le chauffage et la ventilation de l'hôpital du Nord, a donné naissance à divers projets basés, les uns sur le *chauffage dit à air chaud*, les autres sur l'emploi de l'eau

(1) L'hôpital du Nord, situé dans le clos Saint-Lazare, occupe un terrain de deux hectares de superficie; il se compose de neuf corps de bâtiments séparés entre eux par des cours, préaux, jardins, etc. Les deux premiers corps de logis sont destinés à l'administration; puis viennent, sur deux lignes parallèles, de chaque côté de la cour centrale, les six bâtiments destinés à recevoir les malades, et élevés chacun de trois étages. Ces bâtiments, dont les jardins et préaux aboutissent aux murs d'enceinte, sont reliés avec ceux de l'administration par une galerie couverte formant cloître, et qui de la porte d'entrée conduit jusqu'au dernier bâtiment au centre duquel est l'église. A droite et à gauche de l'église sont placés la pharmacie et les bains, le logement des sœurs et la buanderie. L'acquisition du terrain seul a coûté 1,143,870 fr., plus 69,355 fr. de frais; soit, en totalité, 1,213,225 fr. pris sur les fonds de l'administration de l'assistance publique. Aux termes de l'ordonnance du 26 avril 1846, en effet, cette administration devait supporter, dans la dépense du nouvel hôpital, la totalité des frais d'acquisition du terrain, le tiers des travaux de construction et la totalité de l'acquisition du mobilier, le reste étant laissé à la charge de la ville. D'après les devis primitifs, les travaux devaient coûter une somme de 5,384,667 fr.; mais les travaux complémentaires reconnus depuis indispensables, et s'élevant à 751,737 fr. 84 cent., de plus une indemnité de 40,875 fr. 16 cent., réclamée par l'entrepreneur pour le couvrir des pertes qu'il a éprouvées en 1848, par suite de la suppression du marchandage, portent cette somme à 6,177,280 fr. En définitive, cet hôpital, avec les 600 lits complets qu'il doit contenir, aura coûté, d'après les devis approximatifs du montant total des travaux.

.....	6,177,280 fr.
Pour le prix principal d'acquisition et les frais.	1,213,225
Plus le prix du mobilier, évalué à.	600,500

Dépense totale présumée.	7,991,005 fr.
----------------------------------	---------------



chauffée soit directement (*circulation d'eau chaude*), soit indirectement par la vapeur d'eau (*circulation ou immersion de vapeur*).

Le chauffage à air chaud a été rejeté à raison des inconvénients suivants :

1° L'air froid introduit dans les appareils doit acquérir au contact des parois métalliques de la chambre de chaleur une température très élevée, afin qu'il conserve une chaleur suffisante, lorsqu'il sort par les bouches après son parcours dans les conduits d'alimentation de ces mêmes bouches.

Par l'effet de cette température élevée, l'air qui alimente les bouches perd une partie de son oxygène, qui s'est combiné avec les métaux ; il se trouve donc déjà altéré dans ses éléments, et cette première altération constitue, suivant nous, l'un des inconvénients les plus graves résultant du mode de chauffage à air chaud.

2° Par suite de la température élevée que prend l'air dans la chambre de chaleur, il perd une grande partie de son humidité et se trouve plus ou moins chargé de certaines émanations métalliques qui lui communiquent une odeur capable d'affecter désagréablement les organes.

3° L'air, en parcourant les conduits de chaleur, s'empare d'une certaine quantité de poussière et de miasmes qui existent toujours dans ces conduits et qui proviennent soit de l'altération des matériaux qui les constituent, soit de différentes matières qui s'y introduisent et finissent par se décomposer.

4° Dans la chambre de chaleur l'air doit avoir une température beaucoup plus élevée qu'à sa sortie par les bouches de chaleur, attendu qu'il perd une partie considérable de son calorique en parcourant les conduits : cette perte de calorique a pour effet une augmentation dans la quantité de combustible à consommer, et qui s'élève au moins aux $\frac{2}{5}$ es de l'effet utile à produire.

5° Malgré tout le soin apporté dans la confection de l'ap-



pareil, les coffres et les tuyaux dans lesquels circule la fumée se détériorent promptement, et il est en outre nécessaire d'en opérer souvent le nettoyage, d'où augmentation considérable des frais annuels d'entretien.

6° A raison de la dilatation à laquelle sont soumises les pièces métalliques des appareils, il s'opère souvent des fractures donnant issue à la fumée et remplissant les conduits de chaleur qui alimentent les bouches; ces fractures peuvent être assez fortes pour laisser passer une quantité notable de gaz enflammé, circonstance qui, dans certains cas, a suffi pour embraser les planches ou les bois voisins des conduits de chaleur, et provoquer des incendies.

Le chauffage à air chaud ayant été mis hors de concours, deux autres systèmes restèrent en présence. Nous avons donné, dans notre premier mémoire, la description du projet basé sur la circulation de l'eau, qui est celui de M. L. Duvoir. Voici, d'après la commission des architectes nommée par le préfet de la Seine, la description d'un autre système, basé sur l'emploi de la vapeur, et dont les éléments appartiennent à MM. Thomas, Laurens, Farcot et Grouvelle.

Description du système de chauffage et de ventilation proposé pour l'hôpital du Nord, par MM. THOMAS, LAURENT, FARCOT et GROUVELLE (1).

« Ce projet est basé sur l'emploi de la vapeur dont les tuyaux de circulation agissant soit directement sur l'air à son passage dans les conduits qui l'amèneraient dans les divers locaux, soit sur des poêles à eau destinés à former des récipients de chaleur, l'air serait lancé dans les pavillons par des ventilateurs mus par des machines à vapeur alimentées par les chaudières.

» L'air pénétrerait ainsi dans les salles avec une pression un peu plus grande que la pression extérieure et sortirait par les orifices et canaux disposés à cet effet.

» En vue de satisfaire à des services accessoires que le programme ne mentionne pas, et sur la demande subsidiaire de la commission scientifique, les auteurs du projet ont donné aux générateurs de va-

(1) Nous extrayons *textuellement* cette description du rapport adressé au préfet de la Seine par la commission des architectes.



peur, aux machines, aux fourneaux et à la cheminée, des dimensions suffisantes pour pouvoir produire la chaleur ou la force nécessaire au chauffage des bains, à l'élévation de l'eau, à la buanderie; ils ont compris de plus deux machines à vapeur et deux pompes dans leur projet; la cheminée est en outre assez grande pour desservir des fours, autrement dits cornues à gaz pour l'éclairage de l'hôpital.

» Les appareils producteurs de chaleur et de force sont placés dans l'angle de la cour nord-est de l'hôpital, et entièrement en contre-bas du sol de cette cour.

» Ils se composent :

» 1° De deux générateurs et de deux réchauffeurs présentant ensemble 106^m,74 de surface de chauffe.

» 2° De deux machines à vapeur sans condensation, chacune de la force de onze chevaux et demi, se servant de complément et de rechange.

» 3° De deux ventilateurs se servant aussi de complément et de rechange, établis dans une partie de la galerie souterraine entourant la cour principale, et mis en mouvement par les machines.

» 4° De la canalisation générale de vapeur et le retour d'eau dont les artères circulent dans la galerie souterraine entourant la cour principale, et dont les branchements parcourent les divers étages de chacun des pavillons et chauffoirs.

» 5° De dix-huit poêles à vapeur et eau combinées, posés dans chacun des pavillons et des chauffoirs correspondants.

» 6° De la canalisation générale de l'air de ventilation au moyen des tuyaux de tôle dans les caves et de caniveaux dans les murs ainsi que dans les sols et planchers des pavillons et chauffoirs.

» 7° De deux étuves à bain-marie et d'une troisième à feu vif, placées dans les offices de chaque pavillon.

» 8° Enfin de la ventilation des lieux d'aisances.

Fonctionnement des appareils.

» Le service ordinaire s'accomplirait au moyen d'un des générateurs dont la vapeur se dirige d'abord sur l'une des deux machines.

» Après avoir produit son action mécanique, dont nous appliquerons plus loin les effets pour l'élévation de l'eau et la ventilation, la vapeur, employée ensuite seulement comme source de chaleur, entre dans le tuyau-artère de la galerie souterraine; elle pénètre dans une colonne verticale branchée sur le tuyau-artère, au droit de chacun des pavillons et chauffoirs, et des tuyaux partant de cette colonne à la hauteur des planchers, la distribuent dans chaque localité en parcourant un canal longitudinal disposé dans l'axe des pièces.



» Les fonds des caniveaux du premier et du deuxième étage seront garnis de cuvettes de tôle galvanisée ayant pour effet de préserver les plafonds, en cas de fuite, de tout contact avec l'eau; ces caniveaux seront couverts par des plaques de fonte dans une partie de leur longueur, et, pour le surplus, par des feuilles de parquet.

» Dans ce parcours, les tuyaux de vapeur sont en contact d'une part avec un courant d'air neuf, amené par la ventilation, et d'autre part par les masses d'eau contenues dans les poêles.

» L'air chauffé par ce double moyen pénètre dans les pièces par des bouches de chaleur réservées dans les parquets, ainsi que dans l'intérieur des poêles, et le chauffage trouve encore un nouvel élément dans le rayonnement de la surface de ces poêles et de celle des plaques couvrant le canal.

» Enfin les étuves du premier et du deuxième étage sont chauffées par un serpentin à vapeur circulant dans le bain-marie dont elles se composent, et l'étuve d'office du rez-de-chaussée à feu direct, comme le demande le programme.

» Revenant aux effets mécaniques de la vapeur, dont nous venons de développer les effets caloriques, la machine qui la reçoit et dont elle deviendrait ainsi le moteur gratuit, met en mouvement un des ventilateurs qui, sans toucher en rien à la construction, puise au sommet du clocher, et aspire par l'intérieur creux de l'un de ses piliers faisant office de tube, l'air pur recueilli sur ce point élevé, le fait descendre dans une chambre close pratiquée dans la galerie souterraine et le lance dans le tuyau porte-vent avec un excès de pression de 5 centimètres d'eau sur la pression atmosphérique.

» Ce tuyau, dans sa circulation sous la voûte de la galerie de ceinture, porte l'air aux pavillons et aux chauffoirs au moyen d'un branchement disposé devant chacun d'eux.

» Ce branchement serait muni à son origine d'une valve faisant fonction de robinet pour régler à volonté la quantité d'air que l'on veut donner pour les chauffoirs; il amène l'air directement dans le caniveau horizontal contenant les tuyaux de vapeur et de retour, et le jette dans ces pièces par la partie supérieure des poêles.

» Quant aux salles, ce branchement se bifurque pour aboutir à la partie inférieure de six cheminées réservées dans le mur qui sépare l'escalier du reste du pavillon et qui débouchent deux à deux à chacun de ces étages.

» L'air poussé dans ces conduits verticaux par la pression du ventilateur s'engage ensuite dans deux caniveaux horizontaux pratiqués sous les parquets des salles de chaque côté du caniveau qui contient les tuyaux de vapeur et de retour d'eau.

» Des orifices ménagés de distance en distance dans les parois qui les séparent laissent passer l'air des caniveaux latéraux dans le caniveau central, après avoir acquis l'élévation de température résultant

de sa circulation autour des tuyaux de vapeur et de retour. L'air de ventilation entre dans les salles par huit orifices, ainsi que nous l'avons dit plus haut. Quatre de ces orifices sont pratiqués sous les poêles, et l'air qui en sort s'échappe par la partie supérieure de ceux-ci ; les quatre autres sont des bouches de chaleur s'ouvrant au niveau du plancher : ces bouches sont ménagées dans des plaques de fonte de 2 mètres de longueur, placées au milieu de l'espace laissé entre deux poêles successifs et qui forme la couverture du caniveau central.

» La sortie de l'air des salles et chauffoirs se ferait par des cheminées réservées dans l'épaisseur des murs et débouchant dans le grenier au parement intérieur du mur de cet étage ; chacune est munie, dans la hauteur des étages qu'elle traverse, de deux orifices, l'un près du plancher bas pour la ventilation d'hiver, et l'autre près du plafond pour celle de l'été.

» L'air serait poussé dans ces cheminées d'insufflation, et affluerait dans le grenier sans d'autres dispositions que de lui laisser un libre accès dans l'atmosphère : ce résultat s'obtiendrait par l'ouverture même partielle des six châssis à tabatières placés sur les deux versants du comble, et, pour plus de sécurité, il serait établi en outre au milieu du grenier une cheminée de tôle suspendue à la charpente.

» La porte du grenier devrait d'ailleurs rester complètement et hermétiquement fermée, et cet étage ne pourrait servir ni d'habitation, ni de magasin où l'on ait à aller fréquemment.

» La quantité d'air insufflé fixée par le programme à 20 mètres cubes dans les salles, à 40 mètres dans les chauffoirs, serait de 30 mètres entièrement donnés pendant la nuit aux salles seulement, et divisés, pendant le jour, entre les salles et les chauffoirs suivant le nombre de malades réunis dans ces deux locaux ; de sorte que constamment jour et nuit, chaque malade recevrait les 30 mètres cubes d'air, qu'il soit alité dans les salles ou qu'il se promène dans les chauffoirs.

» Si l'on voulait augmenter la ventilation, on accélérerait la marche du ventilateur. Pour procurer un volume d'air plus considérable, on ferait fonctionner ensemble les deux machines et les deux ventilateurs ; on espère obtenir ainsi un écoulement de 60 à 80 mètres, et l'on aurait en sus à sa disposition la force de compression ou d'impulsion, pour ainsi dire arbitraire, résultant de l'action d'une machine à vapeur.

» La ventilation des lieux et de la fosse d'aisances de chaque pavillon serait établie par l'appel de la cheminée du fourneau d'office en disposant au-dessous, et dans toute la longueur du sol des caves, un canal horizontal communiquant d'un bout avec la fosse et les tuyaux de chute, et de l'autre avec un coffre appliqué au mur pignon des



étuves, et dans lequel passerait le tuyau à fumée de fonte du fourneau à feu nu de cet office.

» Pour procurer à l'air de ventilation un degré hygrométrique convenable, on disposerait sur le ventilateur un tuyau venant de l'artère de vapeur, et terminé par un robinet à cadran, qui en réglerait l'ouverture avec précision, et permettrait de projeter dans l'air telle quantité de vapeur que l'on voudrait.

» Enfin, pour opérer le refroidissement artificiel de l'air, il y serait pourvu par deux moyens : le premier résulterait simplement de la hauteur à laquelle l'air est puisé dans l'atmosphère; le second consisterait dans la projection d'une certaine quantité d'eau de pluie dans l'air de ventilation, en introduisant sur un point de la circonférence intérieure du ventilateur un jet d'eau froide dont le jeu des palettes aiderait la vaporisation et le mélange avec l'air de ventilation. »

Maintenant que l'on connaît les deux systèmes de chauffage et de ventilation proposés pour l'hôpital du Nord, nous allons exposer successivement : 1° l'argumentation des concurrents; 2° l'appréciation de la commission des architectes nommée par le préfet de la Seine, et celle de la commission des bâtiments civils, nommée par le ministre de l'intérieur.

1° *Opinion de M. Grouvelle sur le projet de M. L. Duvoir, et réponse de ce dernier (1).*

Projet de MM. THOMAS, LAURENT, FARCOT et GROUVELLE.

A. Unité dans le service de ventilation et de chauffage de tout l'hôpital: un même appareil, composé d'une chaudière à vapeur et d'une machine ventilante (il y a un appareil de rechange), envoie l'air et la chaleur partout où l'on en a besoin.

Facilité de régler à volonté la ventilation et la température de chaque bâtiment et même de chaque salle; une fois ce règlement opéré, certitude de conserver aussi

Projet de M. LÉON DUVOIR jugé par M. GROUVELLE.

A. Service fractionné à l'infini : dans chaque pavillon un appareil de chauffage à la cave et un appareil de ventilation au grenier. Irrégularité de ventilation et de chauffage entre les divers bâtiments desservis chacun par des feux d'une intensité différente.

Impossibilité de régler la ventilation et le chauffage d'une salle, sans modifier en même temps la salubrité et la température de deux autres salles du même pavillon. La

(1) Nous reproduisons textuellement ces deux documents adressés par les deux concurrents à la commission des bâtiments civils.



longtemps qu'on le désire sa même ventilation, par l'effet du régulateur de la machine, et la même chaleur par l'effet de l'eau contenue dans les poêles, tous chauffés par la même source de chaleur. L'emploi de la vapeur permet de porter la chaleur à une distance pour ainsi dire quelconque sans diminution sensible dans la température. Nous avons indiqué à M. le président du conseil des bâtiments civils diverses conduites très longues de vapeur, notamment celle de l'exposition de Londres, dont le développement atteignait 328 mètres, sans que la température, à son extrémité la plus éloignée de la chaudière, différât de plus de 3 degrés de celle des chaudières qui était de 140 degrés.

même circulation d'eau chauffe, en effet, les trois étages d'un bâtiment ; et cette circulation opère en même temps la ventilation.

L'expérience faite dans le seul pavillon de l'hôpital Beaujon où existe ce système a prouvé que la quantité de ventilation différait beaucoup d'un étage à l'autre, et que cette quantité était beaucoup moindre au deuxième étage qu'au rez-de-chaussée. On sait d'un autre côté, par expérience, que dans les hôpitaux les salles des étages supérieurs sont naturellement plus insalubres que celles des rez-de-chaussée.

A. *Réponse de M. L. DUVOIR.*

Le service de chauffage et de ventilation n'est point fractionné à l'infini ; chaque pavillon est chauffé et ventilé au moyen d'un appareil unique, qui est le fourneau d'office même.

Dans le système de M. Grouvelle, ces fourneaux d'office existent également, mais ils fonctionnent indépendamment des appareils de chauffage ; de sorte que le nombre total des foyers dans le système Grouvelle est supérieur à celui qui existe dans le mien.

M. Grouvelle semble ne pas connaître les dispositions de mon projet, qui n'a aucun appareil dans les caves, les fourneaux d'office effectuant seuls le chauffage et la ventilation.

L'appareil de ventilation situé dans les combles est lié d'une manière intime avec les appareils qui servent au chauffage, puisqu'il n'est autre que le réservoir de distribution d'où partent les tubes alimentaires, et qui est à la fois l'organe essentiel produisant simultanément les effets de chauffage et de ventilation.



Les poêles de chaque salle sont alimentés par un tube spécial de circulation, dont l'orifice de départ du réservoir de distribution est muni d'une soupape, qui permet de régler à volonté l'intensité de la chaleur dans chacune des salles.

Le règlement de la ventilation s'opère de même avec facilité, et il est tout à fait indépendant de celui du chauffage. En ouvrant plus ou moins les soupapes adaptées aux orifices des tubes alimentaires, on modifie, à volonté, la chaleur des poêles, en même temps que l'on gradue la température à donner au réservoir, pour déterminer l'effet de ventilation désiré.

Les effets de chauffage et de ventilation ainsi obtenus sont donc indépendants les uns des autres, et présentent un mode de règlement aussi simple que régulier.

Admettons si l'on veut, pour un instant, qu'il existe à l'hôpital Beaujon une différence d'énergie de ventilation entre le rez-de-chaussée et les étages supérieurs; rien n'est plus facile que d'obvier à cette différence, et le moyen à employer, indiqué d'ailleurs dans mon projet, consiste dans des registres ou soupapes adaptées à chaque conduit de ventilation. En les ouvrant plus ou moins, on égalise la ventilation dans les divers étages, et on la rend même plus active dans les étages supérieurs (1).

(1) Nous croyons devoir compléter la réponse de M. Duvoir : Et d'abord, aucune expérience rigoureuse ne démontre, *toutes conditions étant égales d'ailleurs*, l'infériorité de salubrité des étages supérieurs des hôpitaux; nous avons même constaté le contraire à l'Hôtel-Dieu de Marseille, et, plus tard, à l'hôpital militaire de Versailles, où nous avons fait occuper, avec profit pour les malades, le troisième étage. En ce qui concerne l'hôpital Beaujon à Paris, des expériences répétées nous ont prouvé que les étages supérieurs du pavillon chauffé par M. L. Duvoir ont une ventilation *deux fois plus considérable* que celle qui est soumissionnée, pour l'hôpital de la République, par ses compétiteurs; que si le rez-de-chaussée de l'hôpital Beaujon a reçu une ventilation plus large encore (67 mètres cubes par lit), nous ne voyons pas en quoi les malades pourraient avoir à s'en plaindre. Il faut au contraire savoir gré à M. L. Du-



B. Un groupe de chaudières à vapeur placées en contre-bas du sol dans une cour isolée des bâtiments des malades, et sans usage, dessert tout l'hôpital.

Une chaudière de rechange assure le service dans les cas de nettoyage ou de réparations.

Il y a aussi une machine ventilante complète de rechange.

Ce groupe de chaudières dessert, en outre du chauffage et de la ventilation, les bains d'eau à vapeur et la buanderie; il est destiné à desservir plus tard le chauffage de la chapelle et le bâtiment de la communauté, ainsi que les parloirs.

B. Dix foyers distincts et éloignés les uns des autres, y compris ceux des bains et de la buanderie.

Les six foyers installés dans les pavillons y occupent une place utilisable au moins pour des magasins; les réparations qu'exigent nécessairement de temps à autre les chaudières chauffées par ces foyers occasionnent un bruit de coups de marteaux qui, en retentissant sur la tôle et sur le fer, arriverait toujours jusqu'aux malades.

Avec les six foyers précédents et leurs six chaudières, il n'y a pas un seul appareil de rechange, de sorte que tout le chauffage et toute la ventilation des trois salles d'un pavillon se trouvent supprimés par le moindre dérangement survenu en un point quelconque de cet appareil compliqué. On sait qu'avec le système à eau, la plus petite réparation exige que l'on vide l'eau de tout l'appareil, de sorte qu'elle ne peut s'effectuer sans un long arrêt.

Enfin, un surcroît de foyers devra encore être établi plus tard quand on voudra chauffer la chapelle, la communauté et les parloirs.

B. Réponse de M. L. DUVOIR.

Mon système ne comporte que six foyers pour le chauffage et la ventilation des six pavillons, un seul foyer devant desservir les bains, la buanderie, le séchoir et la chapelle, ce qui ferait en tout sept foyers, et non dix.

Dans le système Grouvelle, il y aurait également sept foyers, dont six indispensables pour les fourneaux d'office, et au moins un pour le chauffage des générateurs à vapeur; les six voir de s'être affranchi d'un programme trop parcimonieux, et ne pas lui reprocher *que la mariée est trop belle*. Disons enfin que, pour égaliser la ventilation des divers étages, il suffit de régler les sections des tuyaux ventilateurs en sens inverse des racines carrées des hauteurs des cheminées.



foyers de mon système ne sont que les fourneaux d'office eux-mêmes, fourneaux qui existent également dans le système de M. Grouvelle ; leur dimension , qui ne dépasse pas celle des fourneaux ordinaires, ne peut donc aucunement encombrer les locaux .

En admettant, à des intervalles très éloignés, l'éventualité de quelques réparations, que serait-ce donc que le bruit de quelques coups de marteau, comparé au bruit continu et bien autrement retentissant produit par le mouvement et les réparations inséparables d'une usine aussi vaste que celle qui devrait former le complément nécessaire de l'hôpital, d'après le système de mes compétiteurs, et surtout du bruit incessant des clapets de la machine soufflante, qui arriverait directement à l'oreille des malades par les tuyaux porte-vent, représentant de véritables porte-voix.

Mes chaudières sont dans des conditions de solidité telles, que, pendant la saison du chauffage, il n'est pas possible qu'il survienne des réparations capables d'entraîner l'interruption du service ; sur ce point, l'expérience a prononcé. Dans aucun des nombreux établissements publics où est appliqué mon système depuis plus de quinze ans, jamais chômage n'a eu lieu par suite de réparations. J'ai donc dû m'abstenir de chaudières de rechange, nécessaires seulement quand on emploie le mode de chauffage par la vapeur, dont les éléments sont infiniment plus compliqués, et, par cela même, plus exposés à exiger des réparations.

Depuis quinze ans que fonctionnent mes appareils, jamais je n'ai eu, à dater de l'épreuve définitive, de fuites dans mes poêles ou réservoirs d'eau, que la solidité de leur construction garantit de tout accident de ce genre. Il en est de même des tubes de fer que j'emploie à la circulation de l'eau, et dont les joints sont rendus complètement imperméable au moyen de manchons et de pas de vis. Si cependant, par impossible, il survenait dans le cours du chauffage quelques



fuites, soit dans les joints, soit sur la longueur des tuyaux, il suffirait du serrage du manchon, ou du moindre mattage sur le tube, pour y remédier. Si la fuite était trop forte et nécessitait le remplacement du tuyau, il serait toujours facile, au moyen d'une ligature provisoire, d'attendre que la saison du chauffage fût passée. Ainsi, même en ce cas, il n'y aurait aucun arrêt dans le fonctionnement du calorifère et de la ventilation, comme on semble le croire.

C. Le service de la houille destinée à la ventilation et au chauffage s'effectuera dans un lieu éloigné des malades ; le contre-maitre, seul, entrera dans les pavillons, et encore à de rares intervalles, pour régler les robinets de vapeur et d'air.

C. Toute la houille arrivera chaque jour dans la cour d'honneur, les corridors et les escaliers. Les ouvriers chauffeurs circuleront jour et nuit d'un pavillon à l'autre, saliront tout, rempliront tout de poussière ; on conçoit d'ailleurs que de pareilles manœuvres ne puissent pas se faire sans bruit.

C. Réponse de M. L. DEVOIR.

Avec mon système, comme avec celui de mes compétiteurs, les fourneaux d'office exigent le transport du charbon aux lieux où ces fourneaux sont établis. D'ailleurs, ces derniers, que j'utilise comme appareils uniques de chauffage, n'exigent pas une consommation de combustible de beaucoup supérieure à celle qu'ils réclameraient s'ils ne fonctionnaient que comme fourneaux d'office.

Si donc on considère comme inconvénient le transport nécessaire à ces fourneaux qui me servent d'appareils de chauffage, cet inconvénient existe nécessairement dans le système Farcot-Grouvelle, où ces mêmes fourneaux devront toujours fonctionner indépendamment des appareils de chauffage.

D. Une haute cheminée placée à l'arrière des chaudières, dans la cour écartée où celles-ci sont installées, empêche que la fumée de l'appareil de ventilation et de chauffage ne se répande, par les

D. La fumée de la houille se dégage par une dizaine de cheminées placées dans les pavillons et dans les bâtiments eux-mêmes, lesquelles n'ont que la hauteur de cheminées d'appartement ; elle enveloppera,

temps brumeux, sur tout l'hôpital ; car elle jette la fumée dans l'atmosphère, 10 mètres au-dessus du toit des pavillons, par un seul orifice qui, comme nous l'avons dit, est à distance des pavillons eux-mêmes.

pendant les temps brumeux et lourds, tout l'hôpital d'une atmosphère charbonneuse.

D. Réponse de M. L. DUVOIR.

La fumée dégagée par les six fourneaux d'office, bien que non utilisée pour le chauffage dans le système de M. Grouvelle, jointe à la fumée considérable qui s'échappera de la cheminée du foyer principal de chauffage et de ventilation, altérera l'atmosphère à un degré au moins égal à celui résultant de la fumée dégagée par ces mêmes fourneaux d'office, utilisée suivant mon système, et la consommation sera la même pour ces fourneaux à cataplasmes dans l'un comme dans l'autre procédé (1).

E. Economie sur les frais d'établissement des services accessoires, tels que les services des bains de vapeur et d'eau, celui de la distribution d'eau, celui de la buanderie, le chauffage du bâtiment de la communauté, de la chapelle, des parloirs, etc. etc.

E. Dépenses considérables et non portées au devis de M. Duvoir, pour tous les services accessoires. Avec la ventilation mécanique, il n'y a qu'à ajouter une pompe aux machines, et à augmenter leur force de deux chevaux (ce qui élève leur prix de 2,500 fr. seulement), pour effectuer l'élévation de l'eau nécessaire à tous les besoins de l'hôpital. Avec la ventilation par appel, il faut construire une machine à vapeur spéciale pour ce service, machine qui reviendrait environ à 10,000 fr. d'acquisition et d'installation.

(1) Nous n'avons rencontré dans aucun des nombreux établissements chauffés par M. L. Duvoir ces prétendus inconvénients de fumée dont on menace l'hôpital du Nord. L'expérience ici a prononcé, et peut-être ne saurait-on en dire autant de l'appareil à vapeur proposé par les autres concurrents. Nous ajouterons que la quantité de houille consommée dans ce dernier système, étant de beaucoup supérieure à celle qu'exige le système de M. L. Duvoir, il s'ensuit que la fumée produite par le premier pourrait bien aussi excéder celle du second.



E. Réponse de M. L. DUVOIR.

Si les dépenses pour les services accessoires ne figurent pas dans mon devis, elles ne figurent pas davantage sur celui de mes compétiteurs. Quant à une machine pour élever l'eau froide, elle est complètement superflue, puisque les réservoirs d'alimentation qui servent actuellement à la distribution de l'eau dans la ville de Paris permettent de l'élever à une hauteur qui dispense de recourir à aucune machine. Au surplus, en admettant que je fusse obligé d'établir une machine à vapeur de la force de deux chevaux, pour opérer l'élévation de l'eau, cette machine, exécutée suivant le système Flaud, ne coûterait pas plus de 1,800 fr., et non 10,000 fr., comme le croit M. Grouvelle.

F. Economie de main-d'œuvre ; seulement un chauffeur de jour et de nuit.

F. Au moins quatre chauffeurs de jour, y compris ceux des services accessoires, et deux de nuit.

F. Réponse de M. L. DUVOIR.

Je n'ai besoin que de trois chauffeurs au plus, deux pour le service de jour des salles, et un pour les services accessoires. Les chauffeurs de nuit me sont inutiles. Avec la circulation de l'eau, les effets de chauffage et de ventilation se prolongent pendant toute la nuit, sans qu'il soit besoin d'entretenir les feux.

G. L'air de ventilation est pur en toute saison, et de plus il est frais en été, car on le recueille dans l'atmosphère, à une hauteur où il ne saurait être vicié par les miasmes et les émanations du sol, et où sa température ne se trouve pas élevée pendant l'été, par la réverbération du sol et des murs.

G. Air de ventilation pris au niveau du sol entre des bâtiments rapprochés et remplis de malades ; cet air ne saurait jamais être considéré comme pur : il est toujours imprégné de miasmes qui, dans certaines épidémies, portent la maladie d'une salle à l'autre et en aggravent les résultats. Sa température, en été, atteint quelquefois 36 à 37 degrés. Les travaux météorologiques faits à l'observatoire de Paris montrent, en effet, qu'en été la température de l'air, près du sol, s'y élève jusqu'à 36 degrés 1/2. Il est radicalement impossible de rafraîchir cet air.



H. L'air vicié sortant d'une salle ne peut pas rentrer dans une autre salle.

I. La ventilation est indépendante de toute influence atmosphérique.

H. Si l'on ouvre les fenêtres d'une salle, et l'expérience prouve que c'est souvent indispensable, l'air vicié des autres salles entre par la fenêtre ouverte.

I. La ventilation est diminuée et même suspendue pendant les temps lourds et orageux, précisément dans les moments où la science médicale a reconnu qu'elle était le plus utile aux malades.

G, H, I. Réponse de M. L. DUVOIR.

Les résultats fournis par l'expérience prouvent l'erreur de ces assertions. Il est constaté que, par l'effet de la ventilation établie à l'hôpital Beaujon, la propagation de diverses maladies contagieuses est complètement détruite; que les salles sont assainies d'une manière aussi satisfaisante que possible; enfin, qu'en été la température de l'air des salles est abaissée d'environ 4 degrés. Or, les résultats de l'expérience sont les arguments les plus irréfragables en pareille matière.

K. La ventilation des salles est complètement indépendante de celle des lieux d'aisances; l'une est opérée par les machines ventilant par insufflation, et la deuxième l'étant à l'aide d'une cheminée d'appel, les deux actions s'ajoutent pour éloigner toute odeur.

K. La ventilation des salles et celle des lieux sont effectuées par le même appareil, agissant uniquement par aspiration. L'air infect provenant des cabinets d'aisances et celui venant des salles sont mélangés dans une cheminée d'appel commune; il suffit d'un coup de vent pour faire redescendre dans les salles ce mélange doublement infect (1).

(1) S'il suffisait d'un coup de vent pour renvoyer l'air vicié dans les salles, cet inconvénient aurait lieu à l'hôpital Beaujon. Or, ici encore, l'expérience a prononcé négativement. Il y a plus, dans cet hôpital, les latrines, placées à l'extrémité des salles, attirent l'air de ces dernières, et constituent un *appareil complémentaire de désinfection*. Il n'en est point ainsi à la prison Mazas, chauffée par la vapeur, et dont les sièges deviennent souvent une source d'infection pour les cellules. Nous avons trouvé dans cette prison douze cents tonneaux recevant des matières fécales, plus six cents tonneaux de rechange, en tout dix-huit cents foyers d'infection. Le directeur de la prison nous a affirmé que le service de vidange s'élevait à cinq centimes par homme et par jour.



K. *Réponse de M. L. DUVOIR.*

Les tuyaux de chute des cabinets d'aisances plongent dans des cuvettes remplies d'eau ; l'odeur des fosses ne peut donc pas remonter dans les cabinets, ni se propager dans les conduits ventilateurs de ces cabinets, qui, d'ailleurs, sont séparés des autres conduits de ventilation ; leur communication avec la chambre se fait par la partie inférieure de celle-ci, tandis que les conduits de ventilation des cabinets montent séparément dans l'intérieur de la chambre d'appel, et en dépassent le sommet.

A l'aide de ces dispositions, les refoulements d'air deviennent impossibles, et les cabinets se trouvent complètement assainis.

L. Economie considérable dans les frais de ventilation ; la dépense pour ventiler est nulle en hiver, car on utilise, pour le chauffage, toute la chaleur de la vapeur qui a fait marcher les machines ventilantes ; cette dépense se trouve annulée, en été, par l'utilisation de cette vapeur pour les bains, la buanderie, etc., etc. Quand même on n'aurait pas l'emploi, pendant l'été, de la vapeur s'échappant de la machine, la ventilation mécanique coûterait encore moins pendant cette saison que celle, si variable, obtenue à l'aide d'un foyer, ou d'un calorifère.

L. La ventilation occasionne une forte dépense de combustible, hiver et été. Il n'est possible de l'obtenir, pendant l'été, avec la chaleur du fourneau d'office, comme on le propose, qu'en donnant à ce fourneau des proportions considérables, et en brûlant bien plus de houille que pour faire fonctionner une machine ventilante. Dans le projet adopté par le jury de concours, la chaleur perdue du fourneau d'office est uniquement employée à la ventilation des lieux d'aisances, qui l'absorbe en entier ; comment, par conséquent, cette chaleur pourrait-elle suffire à celle vingt fois plus considérable des salles.

L. *Réponse de M. L. DUVOIR.*

M. Grouvelle utilise, pour la ventilation des cabinets d'aisances, toute la chaleur perdue des fourneaux d'office, cela se conçoit ; car, pour la ventilation directe des fosses, dans l'obligation où il se trouve de faire descendre l'air pris à la partie supérieure des fosses, pour l'attirer dans les conduits établis sous le sol des caves, et communiquant avec ses che-



minées d'appel, chauffées par les fourneaux d'office, il y a nécessairement lieu à une consommation considérable de combustible, sans laquelle la ventilation ne pourrait s'opérer dans de semblables conditions.

On dit qu'en été ma ventilation par les fourneaux d'office consommera plus de charbon qu'une machine soufflante; mais si une ventilation de 20 mètres cubes seulement, telle que la propose M. Grouvelle, exige une machine de la force de dix chevaux, il en résulte que, à raison de 5 kilogrammes de houille par heure et par cheval, la consommation, pour la ventilation de M. Grouvelle, sera de 1,200 kilogrammes par jour.

Une telle consommation dépasse infiniment celle qu'exige une ventilation identique, *par appel*, même en été.

M. La ventilation mécanique tend à se substituer partout à celle obtenue par les foyers de chaleur, dans les mines, dans les ateliers insalubres, dans les magnaneries, dans les salles de réunions nombreuses, dans les hôpitaux, dans les prisons.

M. Dans un certain nombre d'établissements, on a remplacé la ventilation par foyers, ou par calorifères, par une ventilation mécanique.

M. Réponse de M. L. DUVOIR.

Dans un grand nombre de circonstances, mon système de ventilation par circulation d'eau a remplacé d'autres systèmes, et je défie que l'on cite un seul cas où l'on ait remplacé mes appareils de ventilation par d'autres.

N. Faculté de doubler la ventilation dans les cas d'épidémie en faisant fonctionner ensemble les deux machines ventilantes, machines dont une seule suffit dans les temps ordinaires.

N. Impossibilité d'augmenter sensiblement la ventilation dans un cas semblable, car le chauffage et la ventilation sont liés ensemble et dépendent l'un de l'autre.

N. Réponse de M. L. DUVOIR.

J'ai répondu plus haut à cette objection d'une manière péremptoire.



O. Faculté précieuse de pouvoir ouvrir en plus ou moins grand nombre les fenêtres d'une salle, sans supprimer ni même diminuer la ventilation des autres salles.

O. Obligation non seulement de tenir constamment les fenêtres fermées, mais de plus de les construire avec assez de précision pour qu'elles ferment hermétiquement, sinon on est forcé de coller sur leurs joints des bandes de papier, comme on l'a fait à l'hospice Beaujon.

Un des reproches les plus fondés que l'on ait adressé à ce mode de ventilation était de mettre les malades et les reclus dans l'impossibilité, pendant les beaux jours, d'ouvrir les fenêtres pour laisser pénétrer librement un rayon de soleil.

O. *Réponse de M. L. DUVOIR.*

Pendant la saison d'hiver, rien n'oblige à ouvrir les fenêtres des salles; il n'y a donc aucun inconvénient à ce qu'elles soient calfeutrées: c'est même un moyen excellent d'économiser une partie du combustible destiné au chauffage. Cette considération m'avait engagé, il y a plusieurs années, à calfeutrer les fenêtres des salles de l'hôpital Beaujon, ce qui eut lieu effectivement, et personne ne s'en est plaint. Pendant la saison d'été, cette précaution est inutile; lorsque les fenêtres des salles sont ouvertes, toute ventilation artificielle devient superflue.

P. Avec le système de ventilation par insufflation, tout l'air entrant dans les salles est réellement appliqué à la ventilation de ces salles, de telle sorte qu'une quantité nominale de ventilation moindre que celle annoncée dans un système d'appel est cependant plus efficace. Nous estimons qu'une ventilation soufflée de 30 mètres cubes équivaut à une ventilation par appel de 60 mètres mesurés dans la cheminée d'appel.

P. Avec le système par aspiration, tout l'air évacué par les cheminées d'appel ne provient pas des bouches qui amènent l'air neuf; une très notable partie de l'air évacué, et souvent même la majeure partie provient des rentrées d'air extérieur qui, par l'action même de l'appel, se font nécessairement à travers les jointures des fenêtres et des portes. Cet air va droit aux orifices d'appel, sans ventiler l'ensemble de la salle, et en produisant des courants d'air froid toujours incommodes et souvent dangereux dans un hôpital.



P. Réponse de M. L. DUVOIR.

Les bouches d'aspiration qui, dans mon système, sont placées dans le voisinage de chaque lit, soutirent effectivement une partie de l'air froid qui pénètre dans la salle par les fissures des fenêtres les plus rapprochées du lit; elles enlèvent également une partie des couches d'air intérieur refroidies au contact de ces mêmes fenêtres, en sorte qu'elles mettent le malade à l'abri de ces courants d'air, en même temps qu'elles opèrent l'extraction de l'air vicié de la salle sur les points les plus voisins de leurs foyers de production, c'est-à-dire autour des lits eux-mêmes. Ainsi, par le mode spécial de ma ventilation, je délivre les malades, non seulement de l'influence nuisible des courants d'air froid venant du dehors, comme de ceux qui résultent du contact de l'air intérieur avec les verres des fenêtres, mais encore de l'air vicié s'échappant dans de larges proportions, ce qui assure l'assainissement complet des salles.

C'est ainsi que, par des arguments spécieux, on convertit en inconvénients graves les avantages les plus précieux de mon système de ventilation.

Dans le système de ventilation de mes compétiteurs, les besoins du service exigeant que les portes soient fréquemment ouvertes, l'air insufflé n'a plus pour effet de refouler l'air vicié dans les conduits d'évacuation : il entre, il est vrai, dans la salle, mais pour en sortir immédiatement par la porte ouverte qui lui livre une issue facile.

Ce n'est pas tout : pendant que l'air neuf insufflé se évacue rapidement par la porte ouverte, l'air vicié contenu dans les conduits d'évacuation redescend dans la salle, n'étant plus refoulé par une pression suffisante. L'air introduit dans la salle arrive donc en pure perte, puisque son renouvellement ne profite pas aux malades, la porte ouverte lui donnant un passage qui l'empêche de parcourir chaque lit.



Q. Possibilité de mesurer la ventilation fournie par les machines en comptant le nombre de tours qu'elles font.

Q. Impossibilité de se rendre compte journellement des effets produits : des expériences scientifiques faites avec le plus grand soin permettent seules d'en faire une estimation, et encore les expériences de ce genre, connues jusqu'à ce jour, n'ont pas distingué dans le volume d'air évacué la quantité pénétrant par les joints des fenêtres et autres fissures, et qui ne produirait qu'un effet nuisible, de celle qui entrait utilement par les bouches de chaleur ou de ventilation. C'est ainsi que ces expériences peuvent montrer des volumes d'air considérables, sans que cependant la ventilation soit aussi considérable qu'elle paraît l'être.

Q. Réponse de M. L. DUVOIR.

S'il pouvait être utile de constater, à chaque instant, la quantité totale d'air aspiré, il suffirait de placer à demeure, dans l'intérieur de la cheminée d'évacuation, un grand anémomètre. Cet appareil, peu dispendieux, remplirait parfaitement le but.

R. La pression de la vapeur qui sort des machines et sert au chauffage, étant très faible, il y a peu de chances de fuites de vapeur; ces fuites ne sont pas susceptibles d'occasionner de dégât; tous les tuyaux étant munis de robinets, elles sont réparables en quelques heures sans qu'il soit besoin de suspendre le passage de la vapeur dans les autres tuyaux.

S. Dans le cas bien peu probable, il est vrai, du déchirement d'une clouure dans un poêle à vapeur et à eau, il ne s'échappe que l'eau contenue dans ce poêle,

R. La pression de l'eau dans le système de M. Duvoir atteignant quatre atmosphères, et pouvant aller plus haut sans qu'on le sache, les chances de fuites sont beaucoup augmentées : une fuite d'eau qui s'échappe sous cette pression élevée peut occasionner un grand dégât, et même brûler dangereusement; il n'est possible de la réparer qu'en vidant tout le calorifère, et en interrompant, par conséquent, le chauffage et la ventilation des trois salles d'un pavillon.

S. Avec le système d'eau chaude de M. Duvoir, les poêles peuvent subir une véritable explosion, à cause de l'excès de pression qui peut s'y produire soit par la négligence



de Papin sur une grande échelle. On devrait donc en prohiber le placement dans les lieux habités, comme l'administration le fait pour les chaudières à vapeur dont la capacité dépasse un certain volume.

R, S, T. *Réponse de M. L. DUVOIR.*

Des objections de cette nature ne sont pas sérieuses ; toute cette fantasmagorie s'anéantit, si l'on considère que, depuis plus de quinze années, mon système est appliqué et fonctionne dans un nombre considérable d'établissements publics, sans que jamais les cas de ruptures ou de fuites, que l'on signale comme inévitables, se soient produits une seule fois.

En présence d'un tel fait, confirmé par une longue suite d'années, ne doit-on pas conclure que mes appareils sont exempts de tout danger dans leur emploi, et offrent, par conséquent, une sécurité que sont loin de présenter les appareils à vapeur.

Nota. La distance trop éloignée ne permettra pas le chauffage du bâtiment d'administration. Le prix exorbitant des tuyaux pour ce parcours, et la dépense de combustible occasionnée par la perte de chaleur dans un trajet aussi long, ne peuvent faire penser à tirer parti du générateur de M. Farcot pour le chauffage du bâtiment d'administration. La force de mes cloches établies dans chaque fourneau me permet de chauffer entièrement tous les locaux de l'hôpital, sans presque aucun parcours de tuyaux, car je possède six points différents que je puis disposer pour le bâtiment le plus rapproché.

2° *Appréciation du système de MM. THOMAS, LAURENS, FARCOT et GROUVELLE, par M. LÉON DUVOIR.*

Dans une des caves avoisinant la chapelle doivent être établies deux machines à vapeur ayant chacune la force de



les parois des tubes, qu'à cause de la grande quantité d'eau provenant de la condensation de la vapeur dans les tubes mêmes qui la conduiront. Il résulterait de ces divers effets une grande irrégularité dans tout le système de chauffage, et une extrême difficulté à faire parvenir la chaleur dans les parties les plus éloignées de l'appareil.

2° Les variations brusques de température, et, par suite, les mouvements de dilatation et de contraction auxquels seront exposés les tubes de fonte destinés à conduire la vapeur, donneraient lieu à des ruptures fréquentes de ces mêmes tubes ; il en résulterait, comme à l'Institut et à la prison Mazas, des fuites en vapeur auxquelles on ne pourrait remédier qu'en interrompant le service, et dont l'effet prochain serait de détériorer gravement les constructions.

On dit que les tubes de cuivre, servant dans le projet Farcot à conduire la vapeur, préviendront, par leur élasticité, les fuites provenant du mouvement alternatif de dilatation et de contraction.

Il suffit de rappeler qu'au palais de l'Institut une partie des tubes étaient de cuivre, et les fuites continuelles qui se produisaient les ont fait supprimer. Il ne pouvait en être autrement, car la différence de dilatabilité qui existe entre le cuivre rouge des tuyaux et les soudures composées de cuivre jaune et d'étain occasionne des déchirements qui livrent issue à la vapeur.

3° La ventilation de 20 mètres cubes par heure et par lit est loin d'être suffisante pour assainir des salles de malades ; l'expérience prouve qu'il faut la porter à 60 mètres cubes au moins.

Tout récemment encore, pour le chauffage de l'hôpital Necker qui m'a été confié, la commission scientifique, présidée par M. Regnault, membre de l'Institut, m'a imposé la condition expresse d'une ventilation de 60 mètres cubes par lit et par heure.



4° Le système proposé pour l'hôpital du Nord a déjà été appliqué dans plusieurs établissements; l'expérience en a démontré l'insuffisance et les inconvénients.

Il avait été établi à la chambre des pairs, et sur le rapport d'une commission composée de MM. Gay-Lussac, Thenard, Pouillet, baron Séguier et Gisors, il a fallu lui substituer les appareils L. Duvoir. Ce même système, établi à l'Institut, il y a quelques années, par M. Grouvelle, a été reconnu insuffisant, et il vient d'être remplacé par la *circulation de l'eau*. A la prison Mazas, enfin, où ce même mode de chauffage vient de recevoir une application récente, il a déjà donné lieu à des plaintes sérieuses, et, pendant les quelques jours de froid de l'hiver si peu rigoureux que nous venons de traverser, il a été impossible d'obtenir une température de plus de 10 degrés centigrades dans les cellules, en chauffant jour et nuit *avec cinq fourneaux*.

On affirme que les appareils de chauffage établis par M. Grouvelle à l'Institut ne sont pas conformes à ceux de la prison Mazas; mais c'est vainement que l'on affecte de confondre deux genres tout à fait distincts de calorifères établis à l'Institut, et dont l'un, qui est un calorifère à vapeur, remonte à 1833, tandis que celui à immersion de vapeur, système analogue à celui de Mazas, remonte à peine à trois ans: le chauffage par circulation de vapeur est resté le même pour la bibliothèque, tandis que la salle des séances et les deux pièces d'entrée sont chauffées par des poêles contenant de l'eau, à laquelle la chaleur est transmise par un serpentín intérieur que parcourt la vapeur, ce qui est précisément le système adopté pour la prison Mazas.

Or, c'est à raison de l'insuffisance de ce mode de chauffage et de ses fuites continuelles, que l'on a été obligé de le supprimer et de le remplacer par mon système, après avoir inutilement, par des additions successives, tenté d'augmenter la puissance des appareils. J'ajouterai que jamais la ventilation



n'a pu fonctionner d'une manière sensible, bien que les frais d'établissement des appareils aient été considérables.

Il existait à la chambre des pairs des appareils analogues; leur insuffisance ayant été reconnue, ils ont été supprimés et remplacés par mon chauffage : la ventilation s'y opérerait au moyen de tarares refoulant l'air dans la salle, système analogue à celui que propose M. Farcot pour l'hôpital du Nord; cette ventilation n'a jamais fonctionné d'une manière satisfaisante.

5° Pour opérer le chauffage et la ventilation sans discontinuité, il est nécessaire d'entretenir le feu nuit et jour. Or, on sait que le chauffage de nuit est une cause de dangers graves.

6° Le chauffage s'effectue au moyen de la vapeur perdue fournie par la machine ventilatrice; on serait disposé à en inférer que la ventilation s'opère gratuitement, ce qui n'est pas : en effet, pendant tout l'été ainsi que pendant les temps doux du printemps et de l'hiver, il est évident que la quantité de vapeur nécessaire au chauffage sera nulle, ou au moins très inférieure à la quantité constante de vapeur nécessaire pour donner le mouvement à la machine ventilatrice; la ventilation nécessite donc une consommation considérable de combustible.

7° On objecte que la chaudière tubulaire de M. L. Duvoir, chauffée par un double foyer, produira une chaleur considérable qui rendra inhabitable la pièce où est placé le fourneau.

La chaudière tubulaire est isolée par un mur de briques qui laisse un intervalle d'air suffisant pour que l'effet de chaleur que l'on redoute n'ait pas lieu. C'est ce dont on peut s'assurer à l'hôpital Beaujon, où une chaudière et un fourneau semblables sont établis depuis longtemps et fonctionnent sans avoir donné lieu à la moindre plainte.

8° On reproche à la ventilation de Duvoir de ne pas



puiser au-dessus des combles l'air pur qui doit s'introduire dans les salles, attendu que l'air des salles inférieures, sortant par les fissures des fenêtres, pourra s'introduire dans les salles des étages supérieurs, au moyen des conduits destinés au renouvellement de l'air.

Cette objection n'est pas sérieuse, puisque les bouches d'extraction sont placées au bas de chaque fenêtre, en sorte qu'il n'est pas à craindre que l'air appelé dans les ouvertures s'échappe de préférence par les fissures des fenêtres ; l'expérience, d'ailleurs, a justifié ce fait.

Il est à craindre, au contraire, que le mode de ventilation par insufflation, proposé par M. Farcot, ne fonctionne pas aussi régulièrement qu'on paraît s'y attendre. En effet, chaque fois que l'on ouvrira une porte ou une fenêtre, il s'établira un courant qui refoulera l'air de la salle en dehors de l'ouverture béante, et alors une partie de l'air vicié contenu dans les conduits d'évacuation descendra immédiatement dans la salle, et infectera les lits des malades, en se rendant à cette ouverture, aussi longtemps que la cause qui aura produit cette perturbation dans le mouvement de l'air continuera son action.

9° On prétend, relativement au projet Farcot, que les vibrations sonores produites par les cloches ne pourront pas se propager dans les conduits porte-vent, et parvenir jusqu'aux malades ; car, dit-on, les clapets ou soupapes nécessaires pour faire fonctionner les pompes de la machine ventilatrice suffiront pour intercepter complètement toute vibration sonore provenant des cloches.

Mais, en admettant même la fermeture hermétique des clapets, ceux-ci seront mis dans un état de vibration suffisant pour propager les ondes sonores jusqu'à l'oreille des malades.



Appréciation comparative des dépenses de chauffage et d'entretien des appareils, par M. DUVOIR.

1° *Projet Léon Duvoir.*

Chauffage et ventilation d'hiver à raison de 60 mètres cubes par heure et par lit, assainissement des cabinets d'aisances et service des fourneaux d'office, y compris main-d'œuvre, pour les six pavillons, ensemble. . . . 15,252 fr.

Ventilation d'été à raison de 60 mètres cubes par heure et par lit. 6,039

Distribution de l'eau chaude pour le service des salles, à raison de 20 litres par jour et par malade. 5,694

Service des bains, de la buanderie et séchoir. 5,000

Frais annuels d'entretien de tous les appareils de chauffage et de ventilation. 1,500

Dépense totale annuelle. . . . 33,485 fr.

2° *Projet de MM. Farcot, Grouvelle, etc.*

Chauffage et ventilation d'hiver à raison de 20 mètres cubes par heure et par lit, 492,000 kilogr. de houille à 0,032. 15,999 fr.

Ventilation d'été à raison de 20 mètres cubes, 158,400 kilogr. de houille à 0,032 fr. 5,148

Entretien des appareils, y compris le temps d'un ouvrier mécanicien chargé de diriger l'ensemble du service de chauffage. 4,000

Deux chauffeurs à raison de 4 fr. 75 c. par jour, pendant toute l'année. 3,467

Dépense totale annuelle. 28,614 fr.

Pour comparer cette dépense totale à celle qui concerne



le projet L. Duvoir, il faut les ramener toutes deux à des conditions identiques, et par conséquent faire aux devis ci-dessus les additions suivantes :

1° Augmentation sur les frais de combustible, afin que la ventilation s'opère à raison de 60 mètres cubes au lieu de 20 ; pour cela, la machine ventilante devra produire un effet triple : or, si nous nous basons sur le chiffre de 5,148 fr., que M. Farcot demande pour ventiler à raison de 20 mètres cubes, nous trouvons que si la ventilation est portée à 60 mètres cubes en hiver comme en été, il en résulte un surcroît de dépense de. 22,776 fr.

2° Combustible pour faire fonctionner les fourneaux d'office comprenant la préparation des cataplasmes et des tisanes, et la ventilation des cabinets d'aisances, évalué au moins à 720 kilogr. de houille par jour pour les six pavillons, lesquels, à 32 fr. pendant 365 jours, produisent. 8,410

Frais annuels d'entretien de ces fourneaux, évalués de même au moins à. 300

3° Frais de rentrage du charbon dans les endroits où il doit être déposé ; ces frais ne faisant pas partie du prix de 32 fr. les 1,000 kilogr. qui a servi à l'évaluation des dépenses ci-dessus, doivent être comptés en sus pour une somme qui s'élèvera annuellement au moins à. 2,000

Dépense totale annuelle qu'exigerait le projet de M. Farcot, s'il remplissait les mêmes conditions que le projet L. Duvoir. 62,100 fr.

En résumé, les frais d'établissement du projet de M. Farcot sont de. 338,000 fr.

Les frais du projet Duvoir, de. 280,000

Différence à l'avantage de ce dernier. 58,000 fr.



Les frais annuels d'entretien et de combustible sont pour le projet de M. Farcot, en les supposant ramenés à des conditions identiques avec celles du projet L. Duvoir, de . . . 62,100 fr.

Les mêmes frais, d'après le projet L. Duvoir, ne sont que de 33,485

Différence, pour chaque année, à l'avantage du projet L. Duvoir. 28,615 fr.

A ajouter 2,238 fr. 72 c. (1). 2,238

Total, à l'avantage du projet Duvoir. 30,853 fr.

Ainsi, tant sous le rapport des frais de premier établissement que sous celui des frais de combustible et d'entretien, mon projet présente un avantage marqué sur celui de mes compétiteurs.

C'est ainsi qu'en comparant des calculs faits dans des conditions très différentes, on est parvenu à induire la ville de Paris en erreur, lorsqu'il s'est agi d'évaluer les frais d'établissement et de dépense annuelle du calorifère de la prison Mazas. On a reconnu, mais trop tard, que là où je ne demandais que 16,711 fr. par année, pour dépense de combustible, le système Grouvelle dépensait 30,000 fr., et qu'il dépenserait 38,400 fr., s'il devait fournir la même ventilation que celle que j'offrais, ce qui fait une différence annuelle de 21,689 fr., sans compter que les frais de premier établissement se sont élevés presque au double de ce que je demandais. (Voyez *Livre-budget de la prison Mazas*, p. 39.)

Opinion de la commission des architectes nommée par le préfet de la Seine, sur le projet de MM. THOMAS, LAURENS, FARCOT et GROUVELLE (2).

1° Composées d'éléments puisés dans des combinaisons

(1) Selon M. Duvoir, M. Farcot fait fournir le charbon par les hospices, et il annonce que la prison Mazas paie le charbon 32 fr., tandis que cet établissement le paie 34 fr. 98 c.

(2) Nous reproduisons textuellement les conclusions du rapport de la



différentes et primitivement rivales, les pièces soumises à l'administration présentent entre elles des contradictions qui sont l'expression des anciennes individualités du concours.

N'est-il pas à craindre que cet antagonisme ancien ne se reproduise sur quelques questions, et n'amène, dans la direction des travaux, des tiraillements nuisibles à leur bonne et prompte exécution ?

2° La division des ouvrages ne fait-elle pas disparaître la responsabilité ? Si l'on considère surtout que les travaux distraits du marché comprennent les chaudières à vapeur, les fourneaux, la cheminée, les poêles à étuves, les fourneaux d'office, les rigoles pour le passage des tuyaux de vapeur et de retour, ainsi que celles en tôle galvanisée pour recevoir les fuites, n'est-on pas forcé de reconnaître que ce sont là précisément les dispositions qui constituent essentiellement le marché, et doivent le plus contribuer à l'obtention des résultats cherchés.

3° Malgré les avantages d'un foyer unique, n'est-il pas regrettable de ne l'obtenir qu'au prix de l'installation dans l'hôpital d'une véritable usine à vapeur, avec ses dangers, avec le bruit incessant de ses fonctions, avec les incommodités inséparables de son exploitation, et les travaux sur place dont les diverses pièces métalliques et autres peuvent être si fréquemment l'objet.

4° Ce bruit et ces inconvénients ne deviendront-ils pas une cause de trouble pour l'amphithéâtre voisin destiné à l'enseignement ?

5° La gratuité moyennant laquelle on obtiendrait, d'après M. Farcot, la force motrice des machines de ventilation ne serait vraie que pendant le temps que le chauffage exigerait plus de vapeur que la ventilation ; le reste du temps, la dé-commission des architectes, en lui laissant, bien entendu, toute la responsabilité de ses opinions.



pense pour la marche des machines serait à la charge de la ventilation.

6° Les tuyaux en tôle placés dans les caves présenteront-ils les chances de durée suffisante, et n'est-il pas à craindre que cette durée ne soit encore notablement abrégée par l'humidité des caves?

7° Les moyens de diminuer le refroidissement des tuyaux de vapeur et des tuyaux de retour ne sont pas indiqués, et cette dépense ne figure pas au devis.

8° Ces tuyaux étant en fonte dans une partie de leur parcours, n'en résultera-t-il pas de graves inconvénients dans le service par le défaut de dilatabilité et de contractilité de cette matière? Les galets dont ils seraient munis pour y parer, n'amèneraient-ils pas, par leur mouvement de va et vient, la rupture du collet des tuyaux de distribution?

9° Les eaux de fuites, provenant des tuyaux de vapeur et de retour, doivent être reçues dans des rigoles en tôle galvanisée, dont le fond est plus élevé que celui des caniveaux d'air contigus; ces eaux ne pourront-elles pas, dans certains cas, s'épancher de ces rigoles dans les caniveaux par les ouvertures de communication?

10° Les évacuations de ces eaux au dehors ne sont pas suffisamment expliquées; une partie en est dirigée sur la fosse, ces dispositions ne devraient-elles pas être l'objet d'une nouvelle étude?

11° L'ouverture destinée à puiser l'air de ventilation au sommet du clocher ne rencontre-t-elle pas aussi le son de l'horloge et des cloches, et le tuyau porte-vent en tôle, suspendu à la voûte de la cave, n'offrira-t-il pas, par sa matière et son isolement, la disposition la plus favorable pour en accroître l'intensité et en propager les effets jusque dans les salles?

12° La marche de l'air, à la sortie par les conduits d'évacuation, ne serait-elle pas arrêtée par l'ouverture momentanée



ou persistante qui viendrait faire cesser la pression, laquelle seule détermine cette marche?

13° Ne pourrait-il pas y avoir en outre dans ce cas, et surtout dans la supposition très admissible d'une certaine différence dans les températures des salles et du grenier, refoulement dans les salles de l'air vicié accumulé dans les greniers?

14° L'évacuation dans les greniers ne pourrait-elle pas être arrêtée par des courants qui formeraient barrage à l'orifice des conduits, et ne serait-elle pas exposée à éprouver, par suite des variations notables de température du jour et de la nuit, de l'hiver et de l'été, variations fréquentes et inévitables dans ce genre de locaux, des temps d'arrêts et des retours en arrière?

15° L'augmentation de densité de l'air des salles, pouvant, dans telles circonstances données, résulter à la fois, et de la compression par l'introduction des 20 mètres cubes à l'heure et par lit, et d'un obstacle apporté à la non-évacuation, serait-elle sans inconvénient pour les malades?

16° Tout accroissement de ventilation ne pouvant s'obtenir que par un accroissement proportionnel de vitesse dans les passages, la température de l'air introduit n'en sera-t-elle pas abaissée? L'accroissement de ventilation ne devrait-il pas, au contraire, être accompagné d'une certaine élévation de température pour compenser la sensation de froid résultant du mouvement de l'air?

17° La ventilation par compression produit un refoulement dans la masse d'air des salles; elle chasse indifféremment devant elle, vers les orifices de sortie ou ailleurs, l'air pur et l'air vicié qui se trouvent sur son passage; elle rejette et mêle les miasmes qu'exhale un malade; est-ce donc là de la ventilation pour une salle d'hôpital? Cette ventilation ne pourrait-elle pas offrir un véhicule à la contagion, et la véritable indication à remplir ne semble-t-elle pas, au contraire, devoir consister à détruire les diverses causes d'in-



salubrité, en recueillant et en évacuant les miasmes près de leurs foyers de production, et, avant leur mélange, avec la masse en circulation ?

18° Le dosage de 20 mètres est-il suffisant, et n'y aurait-il pas lieu de le porter à 60 mètres au moins, ainsi que cela a été prescrit pour l'hôpital Necker ?

19° Le doublement à 60 mètres dans la ventilation des salles ne s'obtient au projet que par la cessation de ventilation dans les chauffoirs, et par le fonctionnement simultané de deux machines. Pendant tout le temps de ce régime à 60 mètres, qui, d'après l'expérience acquise, paraît devoir devenir le régime normal, le service sera exposé à des privations fâcheuses résultant du chômage possible de l'une des machines et du défaut constant d'aération des chauffoirs. N'aurait-on pas d'ailleurs toujours à craindre, même dans le dosage à 20 mètres, ou par une seule machine, les interruptions de service pour tout ou partie de l'hôpital, résultant des réparations à faire dans tout le complément des appareils placés entre les machines et les malades ?

20° Le mode de ventilation des fosses est établi sur des principes incontestables. Toutefois, la hauteur de la colonne descendante des tuyaux d'aisances, la longueur du canal horizontal sur le sol des caves, et l'humidité dont l'air s'y saturera dans son passage, ne créeront-elles pas des difficultés qu'on ne surmontera qu'au moyen d'une grande quantité de combustible, et n'y aurait-il pas lieu d'espérer plus d'économie et de succès dans l'établissement d'un foyer spécial placé directement sur la fosse ?

21° La soumission ne fixe pas la quantité de degrés de rafraîchissement de l'air introduit ; n'est-ce pas là une lacune qui neutralise à peu près l'amélioration que le programme avait en vue d'assurer aux malades ?

22° D'après les renseignements fournis par le service des eaux, la turbine de la Villette élève, par 24 heures, 360 à 440



mètres cubes d'eau du canal à 15 mètres au-dessus du niveau de ce canal ; sur cette quantité, environ 120 mètres cubes d'eau sont disponibles, et peuvent être donnés à l'hôpital sans accroissement de dépenses dans le service des eaux. Cet état provisoire paraît devoir être très prochainement remplacé par l'établissement, sur le plateau de l'abattoir Montmartre, d'un réservoir dont l'orifice d'écoulement, sera à 18 mètres au-dessus du canal. Cette double circonstance ne rend-elle pas inutiles les dispositions contenues au projet pour le puisage et l'élévation de l'eau, surtout si l'on considère que les travaux accessoires et considérables qui en seraient la conséquence obligée sont en dehors des travaux compris au projet de M. Farcot.

23° La soumission détermine les quotités de température et de ventilation ; mais elle ne contient pas, comme le demandait le programme, les calculs détaillés servant à évaluer la consommation annuelle des appareils, ni l'engagement de chauffer l'établissement, pendant dix ans, au prix correspondant à la dépense de combustible indiquée.

Cette stipulation est remplacée par la garantie d'un minimum de production de vapeur par kilogramme de houille, et par la garantie de la puissance absolue et totale des appareils ; mais la quantité de combustible à consommer pour obtenir les effets de température et de ventilation voulus par le programme reste, sans aucune garantie de maximum, aux risques de l'administration.

Cette position, l'administration ne saurait l'admettre ; par son programme elle a voulu, comme son devoir l'y oblige, obtenir la fixation des dépenses annuelles dans lesquelles le chauffage et la ventilation de l'hôpital l'entraîneraient.

Pour sortir de cet inconnu, la commission a cherché à évaluer quelle serait la dépense à laquelle donneraient lieu les appareils proposés.

Cherchant d'abord à apprécier en principe le mode de chauf-



fage proposé, elle a vu dans le rapport d'une commission, composée de MM. Thenard, Gay-Lussac, Pouillet, baron Séguier et Pecllet, pour le chauffage de la Chambre des pairs; dans celui de la commission, composée de MM. Dufresnoy, Leplay, Combes, Regnault, Achille Leclère et De Noue, pour le chauffage de l'école des Mines, et enfin dans celui de la commission scientifique, nommée le 25 octobre 1850, par le directeur de l'assistance publique, pour le chauffage de l'hôpital de la République lui-même; elle a vu que la vapeur exige trop de surveillance pour porter la chaleur à de grandes distances, et qu'il est à craindre, dès lors, que les appareils les plus rapprochés reçoivent plus de chaleur qu'il n'est nécessaire, tandis que les plus éloignés n'en recevront qu'une quantité insuffisante.

La vérité de ces principes a été démontrée en fait à la commission d'architecture par l'examen qu'elle a fait sur place, du système de chauffage par la vapeur, établi à l'Institut, et d'après les mêmes données que celles du projet Farcot.

Elle a reconnu que de nombreuses fuites de vapeur et de retour d'eau altéraient depuis longtemps les murs et les planchers en contact avec les tuyaux; que la vapeur arrivait difficilement, des générateurs dans la salle, à une distance de 75 mètres. Enfin, que la quantité de chaleur, utilisée dans les localités chauffées, était, au calorique total, développée par la combustion, dans le rapport de 1 à 5,30.

Transportant ces données à l'hôpital du Nord, malgré la grande augmentation du parcours de la vapeur, qui présente une longueur de 220 mètres, et tenant compte de toutes les autres circonstances qui peuvent les modifier dans cette application, la commission en a déduit que la dépense annuelle, calculée pour une ventilation de 30 mètres, serait de 52,297 fr., et, pour une ventilation de 60 mètres, de 65,702 fr.

Établissant ensuite une comparaison entre ce dernier chiffre et celui auquel les mêmes résultats seraient obtenus dans des



locaux similaires, des pavillons déjà cités, appartenant aux hôpitaux Necker et Beaujon; et supposant qu'on exécutât, proportionnellement à leur population, les travaux relatifs aux services accessoires compris dans le projet pour l'hôpital du Nord, la commission a trouvé :

1° Que les frais de premier établissement donneraient, par lit, une dépense

De 594 fr.	5 c.	pour l'hôpital du Nord ;
De 401	76	pour l'hôpital Necker ;
De 374	72	pour l'hôpital Beaujon ;

2° Que les frais annuels d'exploitation donneraient, par lit, une dépense

De 107 fr.	36 c.	pour l'hôpital du Nord ;
De 54	15	pour l'hôpital Necker ;
De 55	44	pour l'hôpital Beaujon.

Conclusions.

D'après la nature des appareils proposés; la solidité et la durée de quelques unes de leurs parties essentielles; les effets de ces appareils considérés dans leur nature et dans leur influence sur les malades; l'insuffisance présumée de leurs effets pour obtenir les résultats exigés par le programme; l'inutilité absolue de quelques unes des dispositions étrangères au programme; le défaut complet de garantie dans la fixation des dépenses annuelles; les frais considérables de premier établissement et d'exploitation, comparative-ment avec d'autres établissements ramenés à des effets semblables; enfin, d'après la nature du marché et de l'opération dont il serait l'objet,

La commission d'architecture émet l'avis qu'il n'y a pas lieu d'approuver ce projet.

Signé : MÉNAGER, BALTARD, JOLIVET, DURAND,
FRÉCHOT, JAY, RENAUD, FERÉ, Paul
FERÉ, *architectes.*



Extrait du rapport du conseil des bâtiments civils, chargé par le ministre de l'intérieur de donner son avis sur le projet de M. DUVOIR, et sur celui de MM. FARCOT, GROUVELLE, etc.

Le conseil, après plusieurs séances consacrées à la discussion de cette affaire, après s'être transporté dans différents établissements chauffés et ventilés par les intéressés, a émis l'avis suivant :

Le conseil est d'avis qu'aucune tentative nouvelle ne doit être faite à l'hôpital du Nord, même en vue de perfectionnements, et qu'il n'y doit être introduit, dans son origine, qu'un système de chauffage et de ventilation d'une efficacité incontestable, et dont le service permanent soit indépendant de toute variation et de toute influence étrangère.

Le conseil n'aurait rien à objecter contre le programme de la commission, et dont il désirerait obtenir l'exécution, si d'autres savants non moins famés ne s'accordaient à déclarer qu'une telle régularité et une telle précision ne peuvent exister dans une matière aussi complexe que celle des émissions calorifiques et des dilatations aériformes.

De ces hésitations entre des savants également renommés, le conseil a pu croire que la question qui lui est soumise est une de celles où la science n'a pas dit encore son dernier mot. En conséquence, il a pensé que le point de vue pratique reste, sous le rapport d'utilité publique, le seul dominant dans la question.

Passant à l'examen du système Farcot, ayant pour base l'emploi de la vapeur, lequel semble satisfaire, à la première vue, aux conditions de régularité demandées par le programme de la commission, le conseil croit devoir faire remarquer que, par cette cause même, il n'est pas exempt des éventualités qui, jusqu'à présent, ont accompagné l'application de cet agent aux procédés de chauffage et de ventilation. Il n'est que trop notoire qu'en plusieurs occasions, ce système n'a



pas répondu aux espérances qu'il avait fait naître; que, dans les circonstances où ses effets ont été les meilleurs, à la prison Mazas par exemple, les résultats ne sont point encore absous de tous inconvénients, et qu'on n'y arrive que par des effets dispendieux. Bien que le système Farcot, par la centralisation de la génération de vapeur, paraisse tendre à ce but, comme il n'a pas encore été expérimenté, rien ne saurait donner l'assurance que cette modification sera complètement efficace, et qu'il ne renferme pas d'autre défaut inhérent à sa composition. Par cette considération, le conseil ne peut éprouver que beaucoup d'hésitation à approuver un système encore incertain et qui peut entraîner l'État dans d'énormes dépenses imprévues.

D'autre part, le conseil reconnaît que le système de ventilation par appel, le plus généralement employé, est toutefois susceptible d'améliorations (1); mais, par la visite faite dans les divers édifices où il fonctionne, il s'est convaincu que ses combinaisons sont capables de s'approprier aux localités; que les éléments de ce système sont simples et d'une application facile; qu'à Beaujon, édifice dont la spécialité est celle de l'hôpital du Nord, ses résultats sont d'un heureux effet, et font supposer qu'ils ne seraient pas moins satisfaisants à l'hôpital du Nord.

Il rend cette justice à M. Léon Duvoir que *partout où il a appliqué son système, il a apporté les soins les plus assidus, ne reculant devant aucune dépense pour réussir.* Ce n'est pas seulement sur l'espèce de notoriété publique de la faveur acquise au système Léon Duvoir que le conseil se fonde; il peut encore s'appuyer de l'opinion de plusieurs savants qui lui ont donné leur approbation et à laquelle concourt même l'adhésion donnée par la deuxième commission scientifique pour l'hôpital Necker.

En présence donc de deux systèmes, dont l'un, à défaut

(1) Nous regrettons de ne pouvoir examiner ces améliorations, qu'il eût été juste de préciser dans l'intérêt de la science et dans celui des deux parties



d'expérience , ne peut justifier de la garantie de succès , et dont l'autre (celui de M. Léon Duvoir) au contraire a donné , par de nombreuses applications , la preuve de son efficacité , le conseil ne pense pas qu'il y ait à hésiter dans le choix.

Il serait hasardeux, pour ne pas dire imprudent, de se livrer aux éventualités du système où tout est en quelque sorte incertitude, et d'abandonner celui qui, en toute occasion, a satisfait aux conditions qui lui ont été imposées.

Par tous ces motifs , le conseil est d'avis que le système présenté au nom de MM. Farcot et Grouvelle ne lui paraît pas susceptible d'admission , et qu'il serait préférable de lui substituer le système par appel pratiqué selon les procédés de M. Léon Duvoir.

Signé : MM. FONTAINE, membre de l'Institut ;
 Achille LECLÈRE, membre de l'Institut ;
 GRILLON, inspecteur général des monuments
 publics ;
 HUVÉ, membre de l'Institut ;
 LEBAS, membre de l'Institut ;
 DE GISORS, architecte du palais du Luxembourg,
 de l'École normale, etc. ;
 Baron Taylor, membre de l'Institut ;
 BLOUET, membre de l'Institut ;
 BIET, inspecteur général des bâtiments civils ,
rapporteur.
 VISCONTI, architecte du palais du Louvre, etc. ;
 PELLECHET, architecte du gouvernement.

Nous venons d'exposer , sans commentaire, l'ensemble des documents que nous avons pu nous procurer sur les divers projets de chauffage et de ventilation présentés pour l'hôpital du Nord. Nous avons laissé parler successivement les concurrents eux-mêmes, puis deux commissions, chargées par l'autorité de l'examen des projets. Qu'il nous soit permis, en terminant, de dire, à notre tour et en peu de



notre opinion sur cette grave question d'hygiène publique.

D'un côté, nous voyons dans le projet de M. Léon Duvoir un système de chauffage qui, depuis plus de quatorze ans, a réalisé constamment, dans les grands édifices publics de Paris, les plus heureux résultats sous le rapport de la régularité du service, de l'extrême rareté des interruptions, de la complète absence d'accidents, de l'économie et surtout de l'hygiène. Ce système a remplacé, à diverses reprises et avec grand avantage, divers procédés de chauffage et de ventilation, ayant avec le système qu'on lui oppose aujourd'hui au moins une grande analogie, et dont l'expérience a démontré l'insuffisance et le côté dispendieux.

D'autre part se présente un projet de chauffage par la vapeur avec ventilation mécanique, projet sans antécédents d'application aux hôpitaux, et dont les résultats définitifs peuvent, par cette raison même, non seulement ne pas réussir, mais encore offrir des inconvénients imprévus.

Du côté de M. Léon Duvoir, garantie de 60 mètres cubes d'air par heure et par malade, et demande de 280,000 francs pour premier établissement. De l'autre côté, offre de 20 mètres cubes seulement, et demande de 338,000 francs de premier établissement, avec augmentation notable des frais d'entretien des appareils et de combustible.

Ainsi, d'une part, économie dans les dépenses et garantie d'une large ventilation, seule capable d'assurer la salubrité d'un grand hôpital; de l'autre, augmentation des frais de premier établissement de près de 60,000 francs, accroissement des dépenses annuelles d'entretien et de combustible; enfin offre d'une aération trois fois moindre et souvent insuffisante. Tels sont, en résumé, les caractères les plus saillants des deux projets qui font l'objet de notre examen.

En présence de telles différences dans les avantages assurés aux malades et dans les charges imposées à l'État, nous avouons ne point comprendre l'hésitation que semble éprouver l'administration à prendre un parti. Nous nous féliciterions



si les considérations exposées dans nos deux mémoires pouvaient contribuer à hâter la solution de l'importante question d'hygiène publique soumise depuis plusieurs années à son examen.

Nota. — Au moment même où nous terminons cet article, on nous annonce que M. le général Morin, si éminemment compétent dans la matière, et désigné par le ministre de l'intérieur pour prononcer en dernier ressort sur la question de l'hôpital du Nord, aurait proposé de confier à M. Léon Duvoir le chauffage et la ventilation de trois des pavillons de ce grand établissement, et d'abandonner les trois autres à titre d'expérience, à ses compétiteurs, mais à la condition expresse que ces derniers seraient tenus de fournir une ventilation de *soixante mètres cubes* par heure et par lit, ventilation semblable à celle que M. Léon Duvoir vient de créer à l'hôpital Necker, et à celle qu'il s'est engagé à donner à l'hôpital du Nord.

Est-ce bien là le dénouement que semblaient présager les rapports des commissions chargées successivement d'éclairer l'administration? Nos lecteurs jugeront. Quoi qu'il en soit, si la proposition de M. le général Morin est acceptée par le ministre, comme il y a lieu de l'espérer, nous en féliciterions sincèrement la science, qui, par suite du fonctionnement simultané des deux systèmes rivaux au milieu de circonstances identiques, posséderait enfin des éléments pratiques d'une facile comparaison, et dont les résultats conduiraient infailliblement à la solution définitive d'une des plus importantes questions d'hygiène publique.

II. — INSTITUT.

Résumé des expériences faites au palais de l'Institut, en vue de constater la ventilation obtenue par le système à circulation d'eau chaude.

Nous avons assisté les 5 et 19 avril derniers à des expériences ayant pour objet de déterminer le degré de la ventilation de la



salle des séances de l'Académie des sciences, depuis la substitution du système Léon Duvoir (*circulation de l'eau*) aux anciens appareils (*chauffage de l'eau par circulation et par immersion de vapeur*) dont nous avons signalé dernièrement la démolition. L'instrument employé par M. Chéronnet, ingénieur, était le nouvel anémomètre de M. le général Morin, membre de l'Institut.

Avant d'exposer le résultat des expériences, disons un mot de l'appareil de ventilation.

Le nouvel appareil se compose d'un réservoir d'eau chaude de 12 mètres de hauteur, placé au centre d'une cheminée qui, du rez-de-chaussée, s'élève jusqu'au-dessus du toit. En hiver, l'air froid et vicié de la salle des séances est appelé dans cette cheminée au moyen de deux conduits qui aboutissent, l'un aux grillages situés sous les pieds des membres de l'Institut, l'autre à des orifices placés près des pieds des auditeurs.

L'introduction de l'air chaud et neuf s'effectue au moyen de quatre cylindres tubulaires remplis d'eau, placés dans les quatre coins de la salle, parcourus de bas en haut par un canal vertical donnant accès à l'air.

L'anémomètre ayant été placé successivement dans les deux ouvertures faisant communiquer les tubes d'extraction avec la cheminée d'appel, voici quels ont été les résultats obtenus :

Première expérience. — 5 avril 1852.

1^{er} orifice, section 0^m,970000.

Vitesse de l'air, 0^m,938 en une seconde.

Volume écoulé en une heure. 3,275^{m.c.},496

2^e orifice, section 0^m,384200.

Vitesse, 4^m,284.

Volume en une heure. 4,795 ,916

Volume total écoulé en une heure 5,071^{m.c.},412



Ainsi, pendant cette première expérience, il a été extrait en une heure, de la salle des séances 5071^{m.c.},412.

La salle renfermait 180 personnes, ainsi, par heure et par personne $\frac{5071^{m.c.},412}{180} = 28^{m.c.}20$.

Le temps était beau, et la température extérieure à 12 ou 13 degrés centigrades.

Deuxième expérience. — 19 avril 1852.

Le 19 avril, une seconde expérience a été faite dans les mêmes conditions; elle a donné :

1 ^{er} conduit.	4022 ^{m.c.} ,784
2 ^e conduit.	1908 ,372
	5631 ^{m.c.} ,156
TOTAL.	

On comptait environ 200 personnes dans la salle. Le volume d'air extrait en une heure a donc été $\frac{5931,156}{200} = 29^{m.c.},665$ par heure et par personne.

Ce jour-là, le temps était couvert, et il est même tombé de la neige pendant l'expérience; la température extérieure était à 7° 5.

Si l'on calcule la quantité d'air extraite par heure et par mètre carré de section par chaque tuyau, on trouve :

1 ^{re} expérience.	{	1 ^{er} conduit (0 ^{m.c.} ,9700).	. . .	3273 ^{m.c.}
		2 ^e conduit (0 ,3842).	. . .	4701
2 ^e expérience.	{	1 ^{er} conduit.	4,148 ^{m.c.}
		2 ^e conduit.	4,966

Comparaison du système L. DUVOIR avec quelques appareils employés dans les prisons cellulaires.

Les seuls moyens connus et employés pour ventiler consistaient dans l'emploi d'un corps de cheminée auquel aboutissait un conduit venant de chaque cellule, destiné à renouveler l'air; mais d'abord la disposition des lieux ne permettait pas de diriger vers cette cheminée centrale tous les con-



duits nécessaires, et, en admeltant qu'on y fût parvenu, il était impossible d'obtenir une ventilation régulière pour chaque cellule, attendu que l'air, forcé de se mouvoir dans des conduits d'un grand développement, éprouvait un frottement trop considérable. Un autre inconvénient était l'impossibilité de ventiler pendant la nuit, après la cessation du feu dans le foyer d'appel.

En Angleterre, il a été obvié aux inconvénients signalés, en établissant, sur chaque corps de bâtiment de cellules, un foyer spécial qui permet de diminuer la longueur des conduits que l'air doit parcourir; enfin, pour que les effets de la ventilation puissent se produire pendant la nuit, on entretient le feu continuellement. Mais il faut remarquer qu'en Angleterre le charbon est à un prix très modique, tandis qu'en France le prix du combustible est trop élevé pour que l'on puisse recourir au moyen dont il s'agit.

Par la circulation de l'eau, M. L. Duvoir obtient les mêmes résultats, sans augmenter les frais de main d'œuvre et de combustible, la ventilation continuant de fonctionner la nuit par la chaleur que l'eau a conservée. Ce système offre l'avantage d'une grande régularité dans ses effets. Les divers foyers d'appel sont remplacés par des réservoirs en nombre suffisant, tous chauffés par un seul appareil calorifère placé au centre de l'établissement. Les masses d'eau en circulation sont calculées de manière que la quantité de chaleur qu'elles contiennent permette à la ventilation de prolonger ses effets douze heures et plus après la cessation du feu. Les réservoirs nécessaires au chauffage et à la ventilation communiquent avec l'appareil calorifère au moyen de tubes; le chauffage et la ventilation ont lieu simultanément ou séparément, suivant les exigences des localités. Le chauffage s'effectue au moyen de récipients contenant des masses d'eau considérables, alimentées par des *tubes de retour*, piquées à la partie inférieure des réservoirs ventilateurs et rejoignant la chaudière chauffée par le foyer central.



Ce système a permis à M. L. Duvoir de ventiler et chauffer au prix de 3 à 5 centimes 1,000 mètres cubes d'air par jour, tandis que, pour la prison construite à Londres, le chauffage revient à 30 centimes les 1,000 mètres cubes, quoique la houille ne coûte pas la moitié de ce qu'elle vaut en France.

Le système établi par M. L. Duvoir dans les prisons pénitentiaires n'exige qu'un seul calorifère chauffant les réservoirs supérieurs nécessaires à la ventilation, de sorte qu'au lieu de douze foyers, indispensables dans le système anglais, il n'en existe qu'un seul dans le système Léon Duvoir, qui évite ainsi tout danger d'incendie.

III. — CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS.

Rapport de M. le général MORIN, sur l'appareil de ventilation du grand amphithéâtre du Conservatoire.

La ventilation de ce vaste local, dans lequel se trouvent rassemblés le soir des auditeurs au nombre de sept à huit cents et même plus, et qui est chauffé de façon que, quand deux cours se succèdent avec des auditoires parfois très différents en nombre, la température doive y rester sensiblement la même, présentait d'assez grandes difficultés.

Un premier dispositif adapté, il y a quelques années, n'avait pas complètement réussi. Les conduits d'aspiration n'avaient guère que 0^m 65 de surface totale de section et la cheminée 0^m 49, et il n'y avait pas d'appel à la partie supérieure. Par suite de ces proportions trop restreintes, la température s'élevait considérablement, et l'air était vicié dans la partie supérieure de l'amphithéâtre. Plusieurs fois, des auditeurs avaient été incommodés. Une modification fut demandée à M. Léon Duvoir. Voici, en peu de mots, le nouvel appareil.

Le grand amphithéâtre du Conservatoire est chauffé, pendant les heures de cours publics, à une température qui ne doit pas être inférieure à 15 degrés, d'après les termes du marché, et qui s'élève habituellement à 20 degrés, quand il contient huit cents personnes, ainsi que cela arrive habituellement pour certains cours. Il faut que la température soit sensiblement la même dans toutes les parties de l'amphithéâtre, au bas et au sommet; de plus, il importait d'extraire, sans gêner l'auditoire, une quantité d'air suffisante pour enlever toute émanation désagréable.



Résultat des expériences sur la ventilation du grand amphithéâtre du Conservatoire des arts et métiers.

DÉSIGNATION des orifices.	DUREE de l'expérience.	ANÉMOMÈTRE		VOLUMES D'AIR			TEMPÉRATURES			PRESSION barométrique	OBSERVATIONS.		
		Nombre de tours.	Vitesse de l'air en 1 seconde.	écoulés par l'orifice en 1 heure.	écoulés par mél. carrés de section.	TOTAL.	par personne en 1 heure.	dans les conduits.	En haut.			En bas.	extérieur.
Orifice n° 1	5540"	37094	2,075	mc. 2089,584	mc. 7090	mc. 10330,529	mc. 25,20	44 à 43°	° 20,0	° 19,0	° — 4,2	756,5	Le 12 février, 430 per- sonnes dans l'amphi- théâtre.
2	5600	50000	4,934	2086,465	7030	10330,529	25,20	44 à 43°	20,0	19,0	— 4,2	756,5	
3	5060	54050	4,596	1517,322	5020								
4	500	53070	4,150	1475,760	4440								
En haut. . .	"	"	"	5481,000*	7104*			19					
Orifice n° 1	5060	51059	2,269	2287,152	8200	11637,968	15,64	44 à 45	20,0	19,0	+ 5,4	759,96	Le 14 février, 775 per- sonnes dans l'amphi- théâtre, temps décou- vert.
2	2820	50400	2,530	2504,560	8450								
3	2760	40700	4,455	1390,532	3309								
4	2580	59654	4,750	1789,704	6300								
En haut. . .	"	"	"	5481,000*	7104*			20					
Orifice n° 1	500	6250	2,150	2137,200	7750	12711,416	16,00	47	20,0	18,5	+ 7,2	754,25	Le 18 février, 830 à 900 personnes dans l'amphithéâtre.
2	500	5700	2,041	2081,216	7400								
3	500	5330	2,007	2181,996	7400								
4	500	6700	2,195	2281,716	8030								
En haut. . .	420	9398	2,260	5398,988	8129			20					
Orifice n° 1	1980	57309	2,227	2244,816	8000	12350,460	17,40	44,5 à 45	20,0	18,5	+ 4,7	758,73	Le 27 février, 800 per- sonnes dans l'amphi- théâtre.
2	00	4209	2,285	2445,404	8230								
3	2040	51000	4,712	1887,624	8280								
4	2040	51000	2,440	2495,916	8800								
En haut. . .	"	"	"	5481,000*	7104*			20					
Orifice n° 1	5900	46500	4,856	1870,848	6700	11976,784	16,60	47	49,5	48,5	+ 5,2	754,85	Le 1 ^{er} mars, 725 à 750 personnes dans l'amphithéâtre.
2	5900	52300	4,950	2065,556	8930								
3	5780	70000	2,010	2178,480	7250								
4	5909	86330	2,551	2585,200	8400								
En haut. . .	"	"	"	5481,000*	7104*			20					

Suite) Résultat des expériences sur la ventilation du grand amphithéâtre du Conservatoire des arts et métiers.

DÉSIGNATION des orifices.	DURÉE de l'expérience.	ANÉMOMÈTRE		VOLUMES D'AIR			TEMPÉRATURES			PRESSION barométrique.	OBSERVATIONS.	
		Nombre de tours.	Vitesse de l'air en 1 seconde.	écoulés par l'orifice en 1 heure.	écoulés par m ² carrés de section.	TOTAL.	par personne en 1 heure.	dans les conduits.	dans l'amphithéâtre.			extérieur
Orifice n° 1	2760"	5208	2,259	2236,912	mc.	8080						
2		"	"	"	"	"						
3	243	4860	2,159	2517,824	mc.	7700	14,20	14,20	18,5	0	751,89	Le 2 mars, 750 personnes: l'orifice n° 2 est resté bouché tout le temps de l'expérience.
4	1140	2600	2,294	2545,564	mc.	8250			20°	0		
En haut. . .	500	4300	4,776	5152,864	mc.	6400				+ 6,4		
Orifice n° 1	5780	53100	4,090	1098,720	mc.	5920						
2	"	"	"	"	"	"						
3	5860	52800	4,476	1277,550	mc.	4240	8,9	8,9	18,50	+ 7,4	770,55	Le 7 mars, 800 personnes: l'orifice n° 2 est resté bouché.
4	305	5055	4,155	1533,420	mc.	4700			20			
En haut. . .	600	10400	4,929	5402,750	mc.	4950						
Orifice n° 1	2400	50000	4,309	1321,072	mc.	5490						
2	"	"	"	"	"	"						
3	2460	23750	4,540	1435,480	mc.	4850	9,25	9,25	19,00	+ 8,1	766,59	Le 8 mars, 800 personnes: l'orifice n° 2 est resté bouché.
4	2520	24500	4,263	1515,784	mc.	4620			20			
En haut. . .	500	4400	4,754	5094,056	mc.	6500						
Orifice n° 1	2760	28500	4,562	1572,896	mc.	4900						
2	2760	28000	4,165	1240,974	mc.	4180						
3	2220	29100	4,650	1795,880	mc.	5950	11,90	11,90	19,00	+ 5,5	762,58	Le 12 mars, 800 personnes.
4	720	7845	4,540	1572,428	mc.	4850			20			
En haut. . .	480	9257	2,084	5776,176	mc.	7700			20			

NOTE. — Aux quantités d'air sorties par les conduits de ventilation, il conviendrait d'ajouter environ 500 mètres cubes par heure pour la consommation du foyer.



Remarque. — L'expérience du 18 février a été répétée avec un petit anémomètre de M. Combes et dont la tare avait conduit à la formule

$$V = 0^m, 15 + 0, 10 N.$$

V étant la vitesse par seconde, N le nombre de tours par seconde, on a obtenu les résultats suivants :

	DURÉE de l'expérience.	NOMBRE de tours.	VOLUME D'AIR écoulé en 1 heure.
Orifice n° 1.	120"	2360 ^{mc.}	2095 ^{mc.}
2.	120	1700	1692
3.	120	1620	1847
4.	120	1760	1891
Conduit supérieur. . .	120	2020	3355
TOTAL.			10880 ^{mc.}

On voit par le tableau précédent que l'expérience faite avec le nouvel anémomètre a donné un produit total de 12711^{mc.}, 116 par heure, supérieur de 1831 mètres cubes, ou de $\frac{1}{595} = 0,168$ à celui qu'a fourni l'anémomètre plus léger de M. Combes, mais avec lequel les observations sont toujours nécessairement entachées d'une erreur en moins, à cause du temps nécessaire pour imprimer à l'instrument qui part du repos une vitesse régulière. Il s'ensuit que le nouvel anémomètre, qui peut résister à de grandes vitesses, a, pour celles de 1 mètre et au delà, une sensibilité au moins égale, sinon supérieure, à celle de l'anémomètre de M. Combes.

Examen des résultats. — La sixième colonne de ce tableau donne le volume d'air écoulé par mètre carré de section de chacun des conduits dans chaque expérience ; on remarque que dans les cas où les volumes d'air évacué n'ont pas atteint 11 à 12000 mètres cubes par heure, il y a des irrégularités assez grandes, ce qui tient sans doute à ce que l'appel n'était pas assez énergique ; au contraire, quand le volume d'air sorti a atteint ou dépassé les chiffres précédents, la vitesse observée et le volume d'air évacué par chaque mètre carré de section ont été à peu près les mêmes.

On a fait varier l'aire totale des passages en tenant fermé l'orifice n° 2, et le volume d'air a diminué en proportion des surfaces, sans que la vitesse ait sensiblement changé ; ce qui montre combien il importe d'ouvrir de larges passages à l'évacuation.

Dans les expériences qui ont fourni les plus grands volumes d'air, la vitesse n'a pas dépassé de beaucoup 2 mètres à 2^m,15, dans les conduits ; et dans celles qui en ont donné le moins, cette vitesse n'est pas descendue au-dessous de 1 mètre à 1^m,10.

Les 12, 14 et 27 février, jours pendant lesquels la température a été assez basse et voisine de zéro, le volume d'air s'est accru avec le nombre des auditeurs, mais dans une assez faible proportion, comme on peut le voir dans le résumé suivant :

	FÉVRIER.		
	12	14	18
Nombre d'auditeurs.	450	775	800 à 850
Volume d'air évacué en 1 heure.	10350 ^{mc.}	11657 ^{mc.}	12711 ^{mc.}

Ainsi l'influence réelle du nombre des auditeurs n'est pas assez grande dans le cas actuel, pour qu'il soit indispensable d'en tenir compte dans l'établissement de ces appareils.

Il n'en serait pas sans doute de même pour des réunions très nombreuses de personnes échauffées par un exercice énergique.

En admettant que l'air sorte à la température moyenne de 17 degrés, sous la pression de 1^k,033 par centimètre carré, sa densité serait d'environ 1^{mc.},222, au mètre cube.

Le maximum d'air évacué par heure a été trouvé de 12711^m, ou $\frac{12711}{3600} = 3^{mc.},53$ en 1 seconde, à la vitesse de 2^m,17 dans les conduits, et à celle de 3^m,76 environ dans la cheminée. Il en résulte que le travail mécanique qui représente l'effet utile de la ventilation n'a été que de

$$\frac{1}{2} \frac{3,53 \times 1,222}{9,81} \times 3,76^2 = 3^{kil. m.},13.$$

Ce résultat montre que, pour des ventilations de ce genre, il serait inutile de recourir à l'emploi des ventilateurs mus par des moteurs mécaniques. Ce n'est que quand les quantités d'air à évacuer seraient beaucoup plus considérables, qu'il pourrait y avoir quelque avantage à employer ces moyens.

Constance de la température. — Par l'effet de la circulation de l'air et de l'appel plus considérable par le bas que par le haut, la température de l'amphithéâtre a toujours été maintenue à très peu près la même à la partie supérieure que vers le bas. Les variations consignées au tableau n'ont jamais dépassé 1°,5 sur 20 degrés qui était la température maximum.

Pureté de l'air. — On a également remarqué que, malgré la grande affluence du public, composé en grande partie d'ouvriers qui



avaient passé leur journée dans les ateliers, l'air n'a pas paru impur et n'était pas chargé d'une odeur désagréable.

Volume d'air évacué par personne. — Le volume d'air enlevé, et par conséquent rentré, par personne, dans les jours des plus nombreuses réunions, et des ventilations les plus actives, a été

Le 14 février, pour 775 pers.,	m.c. 11658 par heure,	m.c. 15,10 par pers.
Le 18 février, pour 850	12711	15,00
Le 27 février, pour 800	12550	15,60
	Moyenne	15,23 par pers. et par heure.

Dans les ventilations les moins actives, les volumes d'air ont été les suivants :

Le 7 mars, pour 800 personnes,	m.c. 7134 par heure,	m.c. 8,9 par pers.
Le 8 mars, pour 800	7384	9,2
Le 12 mars, pour 800	9556	11,9
	Moyenne	10,0 par pers.

Quoique dans ce dernier cas l'air n'ait pas paru vicié, et qu'on n'ait remarqué aucune odeur, la plus grande proportion obtenue, celle de 15 à 16 mètres carrés par heure et par personne, doit être adoptée comme base des projets de ventilation. On pourrait même l'augmenter, pourvu que les orifices d'appel fussent assez multipliés, pour que la vitesse du courant d'air produit par chacun d'eux fût à peu près insensible pour le public.

Il ne faut pas oublier que cette donnée n'est relative qu'aux amphithéâtres ou lieux occupés par des *personnes en bonne santé, et non par des malades, et surtout par certains blessés.*

J'ai constaté antérieurement, par des expériences spéciales, qu'à l'hôpital Beaujon la quantité d'air évacué variait de 40 à 60 mètres cubes par malade et par heure, et qu'elle était à *peine suffisante quand il n'y avait pas de blessures trop graves.*

Volume d'air évalué par mètre carré de section de passages. — Le tableau précédent donnant les aires totales des sections transversales des passages et les vitesses moyennes de l'air, il est facile d'en déduire le volume d'air évacué par mètre carré de section des conduits, ce qui est un élément important à connaître pour l'établissement des ventilateurs; en réunissant les résultats, on obtient les chiffres suivants :



DATES.	VOLUME TOTAL évacué par heure.	VALEUR ÉVACUÉE par mètre carré de section.	VITESSES MOYENNES.	
			dans les conduits horizontaux.	dans la cheminée.
	mc.	mc.	m.	m.
18 février.	12711,116	7700	2,17	3,81
27 février.	12550,460	7600	2,12	3,72
1 ^{er} mars.	11976,784	7250	2,02	3,54
FAIBLES ÉVALUATIONS.				
7 mars. .	7133,04	5300	1,47	2,58
8 mars. .	7384,39	5460	1,52	2,67
12 mars. .	9556,39	7100	1,98	3,45

Le foyer d'appel employé n'a généralement été entretenu qu'assez faiblement, et l'échauffement de la cheminée par le simple tuyau de chauffage et celui des conduits horizontaux par les tuyaux et bouteilles pleins d'eau chaude, ont paru suffisants.

La quantité totale de charbon consommée par le chauffage et la ventilation a varié par jour de 180 à 225 kilogrammes, soit 200 kilogrammes en moyenne.

Conclusion. — En résumé, on voit que le dispositif adopté au Conservatoire des arts et métiers pour la ventilation du grand amphithéâtre, qui contient quelquefois huit à neuf cents auditeurs, a donné les résultats suivants :

1° La température a été maintenue à très peu près la même dans toutes les parties de l'amphithéâtre.

2° L'air n'y a paru vicié et souillé de mauvaises odeurs dans aucun cas.

3° Le volume d'air évacué par heure et par auditeur s'est élevé à 13^{mc},23 dans le cas des plus grandes évacuations, et à 10 mètres cubes dans celui des plus faibles.

Ces résultats, qui assurent la salubrité de l'amphithéâtre malgré la présence d'un si grand concours d'auditeurs et la combustion de quarante-huit lampes Carcel, montrent donc que l'appareil de M. Léon Duvoir satisfait à la fois aux conditions d'un bon chauffage et d'une abondante ventilation.

Dans ces derniers temps, un journal, *la Revue de l'Industrie*, a publié, sur les divers travaux de chauffage et de ventilation dont nous venons de rendre compte, des observations



d'une bienveillance et d'une justesse très contestables. Ces observations pouvant avoir l'inconvénient de vulgariser des erreurs plus ou moins préjudiciables aux progrès de la science ; nous croyons utile de leur opposer l'extrait suivant d'une réponse de M. Léon Duvoir.

Mes appareils établis nouvellement au Conservatoire des arts et métiers ont fourni à M. le général Morin l'occasion d'un rapport sur les résultats de ventilation obtenus et dont voici le résumé :

Le grand amphithéâtre est ventilé suivant une proportion qui, d'après les expériences faites avec le plus grand soin par le général, atteint les chiffres de 45^{mc},60 par personne et par heure au maximum, et 8^m,90 au minimum.

L'auteur de l'article de la *Revue* fait observer que cette dernière ventilation serait insuffisante pour un hôpital. L'amphithéâtre présente un volume total de 2,260 mètres cubes. Or, dans des salles d'hôpital convenablement disposées, l'espace cubique affecté à chaque malade doit être au moins de 30 mètres cubes. C'est ce qui a lieu au nouvel hôpital du Nord, d'où il résulte, qu'en supposant le grand amphithéâtre des arts et métiers converti en hôpital, il devrait contenir 45 malades. Eh bien, même dans la supposition du minimum de la ventilation actuelle, chaque malade recevrait 99, ou en chiffre rond, *cent mètres cubes* d'air par heure !

On prétend qu'il y aurait avantage à employer une ventilation mécanique pour l'hôpital du Nord. Mais, sous quel rapport ce mode de ventilation peut-il donc offrir des avantages ? L'auteur se contente d'affirmer la perfection du système de mes compétiteurs, perfection que je conteste formellement, en m'appuyant sur des faits notoires.

D'abord, on ne saurait invoquer l'insuffisance de mes procédés de ventilation, puisque je viens de démontrer que je pourrais produire une ventilation de 99 mètres cubes par heure et par malade. On ne saurait vanter non plus l'économie de la ventilation mécanique, puisque, pour produire ma ventilation par appel, j'utilise la CHALEUR PERDUE des fourneaux d'office, fourneaux indispensables au service médical, quel que soit d'ailleurs le mode de chauffage adopté. Or cette chaleur reste perdue et sans emploi dans le système de ventilation mécanique.

On dit que ce serait l'administration des bâtiments publics qui aurait fait installer à l'Institut mon système *par circulation d'eau*, en remplacement du système *par circulation et par immersion de vapeur*, qui y fonctionnait auparavant. Cette mesure a été adoptée par le



ministre, sur la demande à lui faite par l'Académie des sciences. Les membres de l'Académie exprimaient le désir que le système de chauffage *par vapeur* fût immédiatement démoli. Il ne s'agissait alors que de la salle des séances et de deux antichambres où fonctionnait un chauffage *par immersion de vapeur*, chauffage semblable à celui de la prison Mazas.

Le ministre des travaux publics fit observer qu'il ne fallait pas se borner à remédier aux inconvénients du chauffage et de la ventilation de la salle des séances et des deux vestibules, mais qu'il fallait également aviser au moyen de chauffer la Bibliothèque Mazarine d'une manière convenable. C'est alors que l'Institut proposa au ministre l'adoption de mon système pour la salle des séances, les deux vestibules, la Bibliothèque de l'Institut, et plus tard la Bibliothèque Mazarine.

Aux termes de ma soumission, la ventilation de l'Institut devait se faire à raison de 1500 mètres cubes d'air par heure, quantité estimée suffisante par la commission de l'Institut. Or il résulte des expériences de M. l'ingénieur Chéronnet que la ventilation obtenue atteint 5934 mètres cubes. L'expérience ayant démontré l'insuffisance de la ventilation stipulée dans le cahier des charges, je consentis à laisser mes appareils développer toute la force de production dont ils sont capables. Je ventilerai d'une manière permanente à raison de 5000 mètres cubes par heure dès que j'en recevrai l'ordre officiel.

Enfin, on signale comme irréprochable le système de la prison Mazas... Les faits les plus notoires sont-ils donc de nature à justifier une telle prédilection ?

La première condition à remplir était d'introduire dans les cellules de l'air pur, puisé directement au dehors. Suivant les dispositions primitives, l'air pur puisé au dehors parvenait dans les cellules, après s'être échauffé en parcourant des conduits dans lesquels étaient placés des tubes où circulait de l'air échauffé *par immersion de vapeur*. Mais on ne put parvenir à donner aux cellules un degré convenable de température, et force fut de renoncer à puiser l'air au dehors, et de condamner toutes les prises d'air. Aujourd'hui, on chauffe fortement l'air des couloirs, afin qu'étant introduit dans les cellules, il puisse les chauffer à son tour. Mais cet expédient est essentiellement défectueux, puisque les cellules ne sont ventilées qu'indirectement, c'est-à-dire avec de l'air puisé dans des lieux déjà habités, au lieu de l'être par de l'air pur, puisé directement au dehors, condition importante et que doit toujours remplir un bon système de ventilation. D'un autre côté, par suite de l'obligation de chauffer les couloirs à une température double de celle qui avait été prévue, le chauffage est devenu fort dispendieux, et les frais annuels de tout genre s'élèvent aujourd'hui à la somme de 38,000 fr.; ces frais



ne se fussent élevés qu'à 16,000 d'après ma soumission, si mon système eût été adopté, et il n'y a pas, dans ma longue carrière, un seul précédent de marché résilié pour inexécution de mes engagements.

Réflexions. — En ce qui regarde la nécessité d'affecter dans les hôpitaux 50 mètres cubes *de place* à chaque malade, nous ne partageons pas complètement l'opinion de M. Duvoir. Dans un hôpital privé d'une ventilation régulière, un tel volume de place ne prévient ni l'infection de l'air, ni les dangers médicaux qui en résultent. Il en est tout autrement dans un local ventilé ; ici rien ne s'oppose à une réduction de la place proportionnellement à l'intensité de l'aération, et ce n'est pas un des moindres mérites de M. Léon Duvoir d'avoir, par l'introduction d'un système de large ventilation, résolu le problème de loger *hygiéniquement* beaucoup de monde dans des locaux peu spacieux. Sous ce rapport, M. Duvoir a rendu un immense service, dont le casernement des troupes est sans doute appelé à bénéficier dans un avenir plus ou moins éloigné. Pour notre part, nous sommes fermement convaincu que les millions employés, il y a quelques années, à augmenter *la place* du cheval de cavalerie dans les écuries militaires, eussent été dépensés avec beaucoup plus de profit si on les eût appliqués à la régulière aération de ces locaux. De même que la pourriture d'hôpital a disparu du pavillon ventilé de l'hospice Beaujon, de même la morve et le farcin, qui figurent encore pour plus des deux cinquièmes dans le chiffre de la mortalité générale du cheval de cavalerie, nous paraissent appelés à subir une notable réduction sous la seule influence d'une bonne ventilation. Ici encore, les chevaux conservés à l'État compenseraient largement les dépenses exigées pour l'établissement des appareils d'aération.

Il est un autre point sur lequel nous différons un peu de M. Duvoir; nous voulons parler du placement des *orifices d'introduction* de l'air neuf. Jusqu'ici, M. Duvoir a introduit l'air neuf, en hiver, par la partie supérieure des poêles à



eau, c'est-à-dire à une hauteur de 1^m,20 ; en été, l'air refroidi entrant au niveau du sol. Nous pensons qu'il y aurait progrès, toutes les fois que la chose est praticable, à placer les cylindres destinés à chauffer ou à refroidir l'air, dans les étages immédiatement inférieurs ou supérieurs aux locaux à chauffer ou à refroidir, et à introduire l'air chaud par des orifices situés au niveau du sol, et l'air froid par des orifices pratiqués, sinon au niveau du plafond, du moins toujours au-dessus de la tête de l'homme supposé debout. Ce mode d'introduction nous paraît le plus propre à résoudre le problème hygiénique de la prompte mise en contact de l'air neuf avec les organes respiratoires. En hiver, l'air chaud gagne le niveau de ces organes à raison de sa légèreté spécifique ; en été, il les atteint par son poids. Notre admiration connue pour les beaux travaux de M. Léon Duvoir nous dispense de dire que ces réflexions ne sont inspirées que par le seul désir de compléter les nombreux perfectionnements dont l'art de la ventilation des édifices lui est déjà redevable.



TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES DEUX MÉMOIRES.

PREMIER MÉMOIRE.

Introduction. Disparition de la pourriture d'hôpital et des érysipèles des salles de l'hospice Beaujon ventilées par le système Léon Duvoir.	1
Programme d'un concours pour le chauffage et la ventilation de l'hôpital du Nord.	2
Accroissement de la mortalité de la population agglomérée.	4
Description du chauffage et de la ventilation par CIRCULATION DE L'EAU.	9
Réfrigération en été.	17
Tableau des édifices publics chauffés et ventilés par circulation de l'eau.	18
Comparaison du prix des divers chauffages employés dans les quatre pavillons de l'hôpital Beaujon	19
Prix du chauffage et de la ventilation aux <i>Jeunes-Aveugles</i>	21
Prix du chauffage actuel au palais du Luxembourg.	23
Substitution, au palais de l'Institut, du chauffage par <i>circulation d'eau</i> au chauffage par <i>circulation et par immersion de vapeur</i>	24
<i>Chauffage et ventilation proposés pour l'hôpital du Nord</i> par M. Léon Duvoir	26
Distribution d'eau chaude aux divers étages.	28
Appareils de réfrigération pour l'été.	29
Combustible employé en hiver et en été	33
Pertes en hommes par suite de la non-ventilation des navires.	44
Planche représentant le chauffage, la ventilation et la distribution d'eau chaude, par le système de la <i>circulation de l'eau</i>	49

DEUXIÈME MÉMOIRE.

<i>Hôpital du Nord</i> . Rejet du chauffage à <i>air chaud</i>	5
Projet de chauffage par la vapeur d'eau, avec ventilation mécanique.	8
Appréciation des deux systèmes par les concurrents.	12
Comparaison des dépenses.	37
Motifs du rejet du chauffage par la vapeur	39
Opinion de l'auteur	49
Expériences faites au palais de l'Institut pour la constatation de la ventilation obtenue par le système Léon Duvoir.	51
Conservatoire des Arts et Métiers. Expériences faites sur la ventilation par le général Morin.	55

FIN DE LA TABLE.

