

ou de stuc et surtout des papiers peints qui tapissent la plupart de nos appartements.

Dans nos climats froids on craint la pénétration directe de l'air extérieur. Dans les pays chauds au contraire, les maisons sont habituellement construites en matériaux légers et poreux qui laissent filtrer une atmosphère tiède et produisent ainsi la meilleure et la plus agréable de toutes les ventilations. Dans l'Inde transgangétique, on construit des maisons dont les murs sont en treillage de bambou tapissé de nattes; l'air y circule librement, sans produire de courant, grâce aux mille obstacles contre lesquels il se brise en entrant. Dans d'autres pays, on laisse, à la partie supérieure des pièces habitées, de larges ouvertures qui font communiquer les appartements avec l'air extérieur. Mais il est évident que de tels procédés ne sont applicables qu'aux climats privilégiés de la zone tropicale et que c'est à d'autres moyens qu'il faut recourir dans les pays soi-disant tempérés.

Le vent est un agent de ventilation des plus puissants. Supposons, dit Parkes, qu'une masse d'air marchant avec une vitesse de deux milles par heure, environ 1 mètre par seconde, passe librement à travers un espace d'une section de 20 pieds carrés, l'air de cet espace sera changé 528 fois en une heure. On voit par là l'immense avantage que présente la ventilation qu'on obtient en ouvrant simultanément les portes et les fenêtres. Aucun autre moyen ne lui est comparable.

Il est une autre manière par laquelle le vent agit sur la ventilation d'un appartement, soit pour la faciliter, soit au contraire pour lui opposer une résistance souvent insurmontable. On sait qu'un courant d'air met en mouvement une portion considérable de l'atmosphère. Pour peu que le courant soit intense, il refoule l'air devant lui et produit un vide derrière lui vers lequel l'air ambiant se précipite. Il en résulte que l'air qui souffle au-dessous d'un tube ouvert et plus particulièrement d'une cheminée produit un appel, un tirage, qui varient suivant sa rapidité. D'un autre côté, la même force peut contrarier le tirage et renverser le sens des courants par une résistance directe. C'est là l'écueil de presque tous les systèmes artificiels appliqués au renouvellement de l'air. Ils fonctionnent admirablement tant que l'atmosphère est calme. Ils échouent misérablement quand ils ont à lutter contre la résistance souvent formidable du vent.

On a souvent utilisé la force du vent comme moyen de ventilation. On dispose des cheminées dont l'ouverture mobile se tourne vers les courants d'air de manière à les capter; l'air descend alors dans les caves où il est chauffé par des calorifères. Il remonte ensuite pour être distribué dans les pièces habitées de l'appartement, et s'échappe par des cheminées dont

le sommet se tourne directement en sens opposé du vent. L'un des principaux inconvénients de ce système est qu'il cesse de fonctionner quand l'air est tranquille. Il faut alors user de moyens artificiels (propulsion) pour le remplacer. Sur mer, des procédés analogues, mais beaucoup moins compliqués, sont employés pour ventiler la cale et l'entrepont du navire.

La force du vent ne peut être utilisée que comme moyen accessoire. Pour assurer un fonctionnement régulier, il faut des appareils spéciaux dont nous allons dire quelques mots. Deux systèmes principaux résument tous les procédés employés. Dans le premier, l'air est *aspiré*, dans le second il est *refoulé*. Les deux systèmes fonctionnent côte à côte à l'hôpital Lariboisière.

Les salles d'hommes de cet hôpital sont ventilées par la *propulsion* mécanique; ce système a été inventé il y a un siècle et demi par Desaguliers (1734), qui employait dans ce but une roue à palettes, enfermée dans une boîte. L'air pénétrait par l'axe de la roue et se trouvait propulsé dans un grand tube par le mouvement des palettes. Ce système a servi de point de départ à tous ceux qui ont été employés depuis.

L'appareil de Thomas et Laurens qui fonctionne à Lariboisière a pour élément caractéristique un ventilateur qui, mis en mouvement par une machine à vapeur, aspire de l'air pris dans un point élevé et le pousse dans un tuyau qui se ramifie dans toutes les pièces à ventiler; au moment où il entre dans les salles, cet air s'échauffe au contact des tuyaux de vapeur et des poêles à eau chaude.

On ajoute à cet appareil un fourneau d'office à feu nu, placé au rez-de-chaussée de chaque pavillon, et dont la cheminée, montant des caves jusqu'aux combles, opère la ventilation des cabinets d'aisances par un appel établi au moyen d'un canal souterrain.

L'air est porté à chaque étage par des canaux en maçonnerie, couverts de plaques de fonte, dans lesquels circulent des tuyaux à vapeur qui vont chauffer des poêles à eau, placés dans chaque salle. Il s'échappe par des grilles ménagées dans des plaques de fonte qui correspondent à l'intérieur des poêles. L'air vicié sort par des ouvertures d'appel disposées en haut et en bas des murs. D'après M. Grassi, la moitié de l'air qui circule dans le tuyau porte-vent est puisée dans des caves, mais, à l'aide de quelques modifications, on pourrait n'envoyer dans les salles que de l'air puisé à une grande hauteur dans l'atmosphère.

Les salles du premier pavillon reçoivent 132 mètres cubes d'air pur par heure et par malade. Le pavillon n° 2 reçoit 120 mètres cubes; le 3<sup>e</sup> pavillon, 88 mètres cubes. L'air sortant a donné à l'analyse 0,0011 d'acide carbonique.

Enfin, lorsqu'on trouve l'air trop sec, on peut facilement augmenter son degré hygrométrique par un courant de vapeur d'eau que l'on injecte dans le ventilateur. On peut considérer ce système comme un type de la méthode par *propulsion* qui est employée dans un grand nombre d'édifices publics et d'usines.

Il existe plusieurs autres systèmes dont nous ne croyons pas utile de donner ici la description et dont le plus important est celui de Van Hecke. Une étude plus approfondie de ce sujet nous entraînerait au delà des limites qui nous sont imposées.

Le système par *aspiration*, depuis longtemps employé, a été considérablement amélioré par M. Léon Duvoir. Nous indiquerons plus loin les moyens de chauffage que comporte cet appareil. Disons seulement qu'au point de vue de la ventilation le procédé consiste surtout à faire arriver l'air chaud par la partie supérieure de la pièce, ce qui permet d'égaliser la température. Pour attirer l'air de haut en bas, on pratique une aspiration constante au niveau du plancher, à l'aide d'une bouche d'appel qui communique avec le foyer du calorifère. Les parties de l'édifice situées à plus de 30 mètres de l'appareil sont ventilées par des tuyaux particuliers qui, partant du fond du réservoir supérieur, descendent dans un des angles des pièces échauffées et finissent par se réunir au retour dans la partie inférieure de la chaudière. Ces tuyaux de ventilation sont logés dans une enveloppe de zinc, percée d'ouvertures au niveau du plancher des chambres. L'air vicié sort par là, se dilate au contact du tuyau d'eau chaude, et s'élève jusqu'aux combles où il est rejeté au dehors. Le reflux de l'air vicié d'une chambre dans une autre est empêché à l'aide de cloisons qui partagent la cavité intermédiaire entre l'enveloppe de zinc et le tuyau, en autant de compartiments qu'il y a de pièces à ventiler. Lorsque la température extérieure n'exige point de chauffage, comme en été, le système de M. Léon Duvoir permet encore de ventiler, l'air frais étant appelé par le déplacement de l'air vicié dont la température est plus élevée. Au reste, en été, c'est par l'ouverture des portes et fenêtres qu'on subvient le mieux aux besoins de la ventilation.

Les appareils de M. Léon Duvoir, tels qu'ils fonctionnent à Lariboisière, ont certainement l'inconvénient de ne fournir qu'une ventilation insuffisante. Heureusement que dans ce grand hôpital la disposition des fenêtres permet d'éviter les inconvénients qui résulteraient d'un pareil état de choses<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Le mode adopté pour le chauffage et la ventilation de l'hôpital Tenon et du nouvel Hôtel-Dieu est le suivant.

Des poêles à eau chaude, chauffés par la vapeur fournie par deux paires de chaudières, sont distribués dans les points utiles de l'hôpital. Ces poêles sont en fonte, à ailettes, et renvoient l'air, échauffé à leur contact, par des gaines convenablement distribuées, dans les différentes

Dans les établissements *éclairés par le gaz*, les théâtres, par exemple, on profite de la chaleur que développe le mode d'éclairage pour ventiler la salle.

On y parvient au moyen d'un tirage opéré par une cheminée d'appel placée au-dessus du lustre; la chaleur de celui-ci, dilatant la colonne d'air qui le baigne, en détermine l'ascension; les canaux de communication entre cette cheminée et le plafond des différentes loges contribuent au renouvellement de l'air de celles-ci; l'air nouveau qui vient du dehors remplacer celui qui s'écoule ne doit pas s'y précipiter de manière à former des courants d'air incommodes; c'est pourquoi l'on divise les canaux, destinés à le fournir, de manière à le faire pénétrer dans la salle au-devant du plafond de chaque loge. On devra faire en sorte que l'air introduit soit à 15° et à demi saturé d'humidité.

Ce mode de ventilation peut sembler simple, mais le problème est bien plus complexe. M. Joly fait en effet remarquer que, si la ventilation est facile dans une enceinte close ordinaire, il n'en est plus de même du théâtre, cette capacité unique, composée de trois autres capacités à températures très différentes: la salle, la scène et les corridors.

M. Joly propose donc de rétrécir la cheminée du lustre au moyen de trappes mobiles, puis d'installer dans les sous-sols un petit moteur à gaz ou à vapeur de la force d'un ou deux chevaux pour aspirer l'air pur du dehors et l'injecter, au moyen d'une machine foulante, soit dans les corniches, soit sur le devant des loges.

On arrive à un résultat satisfaisant par la méthode aspiratrice au nouvel Opéra, dans cette salle où plus de 2,000 spectateurs peuvent se placer. La ventilation y est produite par 14 calorifères à eau chaude et à air chaud donnant un renouvellement d'air équivalant à 80,000 mètres cubes par heure.

On a proposé de produire une aspiration par l'impulsion d'un jet de vapeur dans l'intérieur d'une cheminée. Le cône de vapeur met en mou-

vement les salles. Cet air, appelé du dehors par deux ventilateurs, qui le repoussent dans les galeries souterraines circulant sous tous les pavillons, est attiré par les cheminées d'appel qui couronnent le milieu de chacun des pavillons, puis expulsé au dehors.

Pour épurer l'air, on le fait passer, avant de se rendre dans les canaux souterrains, à travers des feuilles de coton de deux centimètres environ d'épaisseur, maintenues fixes entre deux grilles métalliques verticales. Ces feuilles occupent toute la section d'arrivée de l'air, de sorte qu'il ne peut parvenir aux malades, sans s'être tamisé au travers, et sans y déposer ses poussières. L'expérience a déjà été faite et l'on n'est pas peu surpris de constater que, peu de jours après leur fonctionnement, les feuilles de coton sont devenues complètement noires par suite du dépôt des corpuscules et des poussières que l'air ambiant emporte avec lui. L'utilité hygiénique de ce tamisage est ainsi rendue manifeste.

Pour augmenter encore les qualités de l'air destiné à se rendre dans les salles, on a répandu dans les galeries souterraines, après son passage sur le coton, des corps divers tels que l'acide phénique; mais c'est à l'expérience à montrer dans quelles proportions et de quelle manière ces corps doivent être employés.

vement une masse d'air qui représente 217 fois son volume. Cette méthode a été employée pendant quelque temps, à Londres, à la Chambre des pairs, mais elle est abandonnée aujourd'hui.

Enfin on a proposé d'extraire l'air vicié à l'aide d'une vis d'Archimède. Cette méthode est surtout employée dans les mines de houille. C'est ainsi que dans le pays de Galles, aux mines d'Abercarn, le ventilateur ayant 14 pieds de diamètre, lorsqu'il se produit 60 révolutions par minute, le courant d'air obtenu parcourt 782 pieds par minute, ce qui donne une extraction de 45,000 pieds cubes d'air.

Nous ne poursuivrons pas plus loin cette étude. Qu'il nous suffise de faire observer que toutes les ventilations artificielles se rattachent à l'aspiration et à la propulsion, ou à une combinaison plus ou moins ingénieuse de ces deux systèmes.

Le chauffage intérieur des maisons et le simple fait de la présence de l'homme et des animaux élèvent leur température, en hiver, fort au-dessus de l'air extérieur; il en résulte une différence de densité qui est toujours utilisée par les architectes pour favoriser le renouvellement de l'air. Il s'agit pour atteindre ce but de disposer convenablement les ouvertures qui doivent servir au passage de l'air, soit à l'entrée, soit à la sortie. Il n'entre pas dans notre plan de donner ici les règles qu'il convient d'observer: elles sont connues des constructeurs et des architectes, et ne doivent point nous occuper ici.

#### CHAUFFAGE.

Nous nous proposons, dans cet article, d'étudier rapidement les principaux moyens de chauffage employés dans notre pays. Cette question étant intimement liée à celle de la ventilation, nous pourrions peut-être nous dispenser d'entrer dans d'aussi longs détails.

Le procédé primitif employé pour chauffer les lieux habités consiste à allumer du feu sur le sol, au milieu de l'habitation, et à laisser la fumée s'échapper par une ouverture ménagée dans le toit. C'est le procédé des Indiens d'Amérique, celui des peuplades primitives et des sauvages que la rigueur de leur climat oblige à faire perpétuellement du feu. D'après Darwin, les Fuégiens ou habitants de la Terre-de-Feu, très incomplètement vêtus sous une température des plus sévères, cherchent à résister au froid par des brasiers allumés qu'ils transportent partout, et même à l'intérieur de leurs bateaux de pêche. Nos aïeux, en plein moyen âge, ne connaissaient guère de meilleur procédé. Une ouverture pratiquée au plafond laissait échapper la fumée d'un feu allumé au beau milieu de la salle. C'est beaucoup plus tard que l'usage des cheminées se répandit.

En Espagne et en Italie, on employait des brasiers, *braseros*, sortes de bassines en cuivre dans lesquelles on brûlait du charbon. Il est évident qu'un tel procédé n'est applicable que dans les pays chauds, où le mauvais état des clôtures, et souvent l'absence de vitres aux fenêtres, permettent à l'acide carbonique de s'échapper librement.

Chez les Romains, les habitations des riches étaient chauffées par le sol, dans lequel se trouvaient des tuyaux en briques, traversés par la fumée d'un foyer placé en contre-bas (*hypocaustum*). Un procédé analogue est actuellement employé par les trappeurs américains pour réchauffer leurs tentes. On creuse, devant l'entrée, un trou peu profond qui aboutit à un tuyau souterrain qui traverse le sol de la tente dans toute sa longueur et qui s'ouvre au dehors derrière celle-ci. On allume le feu, on le recouvre, et la fumée, s'échappant par la seule ouverture qui lui est laissée, entretient une chaleur suffisante pendant une nuit entière.

Quant aux cheminées, leur existence ne peut être fixée avec certitude avant l'année 1547. Une inscription trouvée à Venise, et portant cette date, nous apprend qu'un tremblement de terre en renversa un grand nombre. C'était là incontestablement un grand perfectionnement; mais pendant tout le moyen âge la disposition des foyers était extrêmement vicieuse, la forme carrée du foyer ne se prêtait nullement à la réflexion du calorique. L'ampleur de la cheminée ne permettait guère à la chaleur de rayonner dans l'appartement: elle était entraînée presque tout entière au dehors, et, ce qui le prouve, c'est qu'on prenait plaisir à installer des sièges dans l'intérieur de la cheminée elle-même pour jouir plus directement de la chaleur du feu. C'était probablement la seule place un peu chaude dans toute l'étendue de la salle.

Les progrès réalisés sous ce rapport ont complètement modifié l'état de la question. Nous allons indiquer les principaux appareils de chauffage employés en France, en discutant leur valeur comparative.

Le chauffage se fait par des cheminées, par des poêles, par des calorifères, par la circulation de l'air chaud, de la vapeur et de l'eau chaude.

Les *cheminées* se composent d'une cavité de forme variable, adossée aux murs ou creusée dans leur épaisseur, et au-dessus de laquelle s'élève un tuyau qui monte verticalement, autant que possible, pour déboucher à l'extérieur. Nous avons vu plus haut que les cheminées sont un agent actif de ventilation; les gaz qui résultent de la combustion, plus légers que l'air en raison de leur température, s'élèvent rapidement et provoquent un appel d'air qui pénètre par tous les mal-joints des portes, des fenêtres, etc. On peut aussi puiser l'air à l'extérieur par un tuyau spécial qui le verse en avant du foyer.

Le plus grave inconvénient des cheminées provient de la perte de calo-

rique qui résulte de ce mode de chauffage. Nous ne voulons pas entrer ici dans les considérations de physique et de mathématique que soulève cette question; disons seulement que, d'après M. Coulier, la proportion de chaleur utilisée ne s'élève, pour le bois, qu'à 1/16 environ de la chaleur totale. Les 15/16 sont employés à chauffer l'air qui s'échappe par le tuyau. Le charbon de bois, le charbon de terre, et surtout le coke, utilisent 1/8 de la chaleur totale. Pour augmenter le rayonnement, on a placé, autour du foyer, des pans inclinés de faïence blanche qui réfléchissent vers l'appartement le calorique qui vient les frapper. Enfin l'usage des bûches économiques rend de grands services à cet égard. Celles-ci s'échauffent au contact du combustible, et, comme son pouvoir rayonnant est considérable, elles transforment le calorique de contact en calorique rayonnant, et par conséquent utilisable. Rien n'est plus agréable que le chauffage par les cheminées ouvertes, mais il n'est réellement pratique que lorsqu'on ne vise pas à l'économie.

Lorsqu'on veut utiliser une plus grande proportion de la chaleur produite, il faut recourir à d'autres appareils, et principalement aux *poêles*. Ce sont des appareils de chauffage dans lesquels la combustion se produit dans une capacité close. La fumée s'échappe par un tuyau qu'on engage dans une cheminée ou qui traverse l'appartement. Leur disposition intérieure est toujours à peu près la même. Le combustible est retenu par une grille qui laisse arriver l'air nécessaire à la combustion et laisse passage aux cendres. Une porte à coulisse établit la communication avec l'air extérieur et permet de régler le feu. Plongé au milieu de l'atmosphère d'une chambre, le poêle, qu'il soit en maçonnerie, en faïence ou en métal, rend à l'atmosphère une proportion beaucoup plus considérable de la chaleur qui s'y développe que ne peuvent le faire les cheminées les mieux construites.

Nous empruntons à M. Coulier le tableau suivant dans lequel on a inscrit le poids de combustible nécessaire pour dégager une même quantité de chaleur dans l'appartement avec différents appareils de chauffage :

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Cheminées ordinaires . . . . .       | 100 |
| — Rumford . . . . .                  | 39  |
| — Desarneau . . . . .                | 33  |
| Poêles Curandean, en tôle . . . . .  | 21  |
| — Desarneau, tôle et fonte . . . . . | 16  |

Les *poêles métalliques* ont l'inconvénient de chauffer très rapidement, ce qui est quelquefois un avantage; mais, comme ils n'ont point de réservoir de calorique, la température s'abaisse très vite dès que le feu est éteint. En outre, il est certain que l'air subit une certaine altération, soit par la combustion des poussières organiques, soit par l'altération de son

état hygrométrique, soit enfin par la diffusion de l'oxyde de carbone qui traverse les parois des poêles en fonte, lorsqu'elles sont portées à une température élevée. On sait, en effet, qu'il peut pénétrer dans la fonte portée au rouge, comme un gaz soluble pénètre dans l'eau. Des appareils fort ingénieux ont été construits pour avertir de la présence de l'oxyde de carbone. Une sonnette d'alarme, mise en mouvement par un appareil électrique, s'agite dès que ce gaz pénètre dans l'appareil. Il faut, en effet, avoir soin d'employer des précautions contre la diffusion de ce gaz dans l'atmosphère, en raison de son pouvoir toxique bien connu<sup>1</sup>.

Les *poêles en terre* ou en *faïence* diffèrent des poêles en *métal* par le peu de conductibilité de leur paroi et par la lenteur beaucoup plus grande avec laquelle l'échauffement se produit. Ces appareils donnent beaucoup moins de chaleur que les poêles en fonte, mais ont l'avantage de garder le calorique plus longtemps. C'est pourquoi, dans les pays vraiment froids, en Russie, en Suède, on leur donne la préférence. Dans l'Engadine, on voit, au milieu de toutes les pièces d'une habitation, un meuble en bois de forme carrée, qui va du haut en bas de la pièce: c'est le revêtement extérieur d'un poêle qui règne dans toute la hauteur de la maison, et sert à y maintenir une température constante.

D'après Peclet, le nom de *calorifère* doit être donné aux appareils qui puisent au dehors l'air qu'ils échauffent. Selon M. Coulier, ce nom doit être réservé aux appareils dans lesquels le foyer est loin de la pièce à chauffer, de telle sorte que la chaleur est portée du premier à la seconde. Le transport du calorique s'effectue en chauffant un gaz ou un liquide qui circule à l'aide de tubes dans l'intérieur des appartements. Il existe quatre systèmes principaux: ce sont les calorifères à air, les calorifères à eau, les calorifères à vapeur, enfin les calorifères mixtes.

Quelle que soit la méthode adoptée, les calorifères présentent le triple avantage de réaliser une grande économie de combustible, de ne jamais donner de fumée et de pouvoir entretenir une température égale dans toutes les pièces d'un grand établissement (hôpitaux, collèges, amphithéâtres, etc.).

Les *calorifères à air chaud* consistent essentiellement en un foyer placé

<sup>1</sup> Le *poêle dit américain*, qui a joui d'une si grande vogue pendant les rigueurs du dernier hiver, a été cause aussi d'accidents graves. Il offre d'abord les inconvénients des poêles métalliques; en outre, lorsqu'on place son tuyau dans une cheminée où le tirage n'est pas établi, le courant peut être dirigé en sens inverse et le gaz de combustion ramené dans l'appartement. Cet appareil doit être exclusivement placé dans des locaux où l'on ne séjourne pas trop longtemps, en s'assurant, bien entendu, que le tirage se fait convenablement. Son emploi dans une chambre à coucher doit être sévèrement proscrit. Quant aux appareils prétendus fumivores, sans tuyau, sortes de *brasero*, l'usage, dans les appartements, doit en être absolument interdit. Voyez, pour plus de détails, la discussion qui a eu lieu sur ce sujet à la Société de médecine publique. (*Revue d'hygiène*, 1880, n° 2.)

dans le sous-sol et traversé par un tube qui aboutit d'une part à l'extérieur, d'autre part à l'intérieur des appartements. Il faut ménager, en outre, une sortie pour l'air vicié. Il y a donc deux tirages distincts dans l'appareil : celui de l'air et celui de la fumée. S'il n'existait aucune fuite dans ces tuyaux, les choses marcheraient toujours régulièrement; mais c'est par les joints du tuyau à air, plus ou moins altéré par l'usage, que s'opère le mélange des deux gaz, et, suivant que l'un ou l'autre des deux tirages l'emporte, de l'air pénètre dans le foyer ou de la fumée s'introduit dans l'air. Il faut donc disposer les choses de telle sorte que le tirage du tuyau à fumée soit toujours le plus énergique, de manière que les habitants ne puissent jamais être incommodés. On comprend facilement que l'air venu de l'extérieur, au lieu de traverser simplement le foyer, devrais faire, dans son intérieur, plusieurs circuits pour s'échauffer davantage; c'est donc surtout sur l'agencement des tubes et les circuits qu'on leur fait parcourir que repose la différence entre les principaux appareils fondés sur le principe de l'air chaud. Il nous paraît inutile d'entrer ici dans de plus grands détails; nous ne voulons point sortir des limites de l'hygiène proprement dite.

Notons seulement que les calorifères à air les mieux construits présentent, au point de vue de l'hygiène, toutes les qualités et tous les défauts des poêles. Construits en maçonnerie, ils s'échauffent lentement, mais conservent longtemps la chaleur, même après l'extinction des feux. Sont-ils construits, au contraire, en tôle ou en fonte, c'est le phénomène inverse qui se produit. Leur principal défaut consiste à dessécher l'air trop énergiquement. On lutte contre cet inconvénient par une variété d'appareils qui ne peuvent y remédier que très imparfaitement. On leur reproche d'ailleurs de dégrader les appartements, en laissant déposer de la vapeur d'eau condensée sur les carreaux des fenêtres, ainsi que sur les murs. Aussi les constructeurs sont-ils peu favorables à leur emploi.

Les calorifères à eau chaude sont à haute ou à basse pression, selon qu'ils communiquent ou ne communiquent pas avec l'atmosphère.

Supposons une chaudière en cuivre, se terminant à sa partie supérieure par un vase ouvert. Un tube part des parois de cette chaudière pour se répandre dans l'appartement et finit par revenir en un point inférieur de ce même réservoir. Lorsqu'on chauffe l'eau contenue dans l'appareil, elle s'élève dans le vase d'expansion, pénètre dans le tube supérieur, le parcourt dans toute son étendue et revient à la chaudière après avoir perdu la plus grande partie de sa chaleur. On peut faire décrire au tube à eau chaude une série de courbes variées qui dirigent l'eau sur les points où elle est utile. Enfin, lorsqu'on veut obtenir une chaleur plus élevée sur un point, on peut contourner le tube en spirale de ma-

nière à accumuler la chaleur à l'endroit voulu. Cette disposition porte le nom de *poêle d'eau*. On entoure le tube contourné d'un cylindre en fonte ou en tôle; on ne doit pas employer le cuivre poli qui réduit considérablement la force de rayonnement.

Ce système offre de nombreux avantages. En effet, la chaleur spécifique de l'eau étant très grande, elle est éminemment propre à remplir le rôle de réservoir de chaleur. Le tableau suivant, que nous empruntons à M. Coulier, met en lumière cette propriété avec la dernière évidence.

TABLEAU

INDIQUANT LE POIDS ET LE VOLUME DE DIFFÉRENTES SUBSTANCES ÉQUIVALENTES LORSQU'ON LES CONSIDÈRE COMME RÉSERVOIRS DU CALORIQUE

| DÉNOMINATION.          | POIDS           | VOLUME               |
|------------------------|-----------------|----------------------|
|                        | EN KILOGRAMMES. | EN DÉCIMÈTRES CUBES. |
| Eau. . . . .           | 1,000           | 1,000                |
| Marbre-craie . . . . . | 4,760           | 1,760                |
| Verre . . . . .        | 5,050           | 2,020                |
| Plâtre . . . . .       | 5,100           | 2,318                |
| Fonte . . . . .        | 7,700           | 1,070                |
| Zinc . . . . .         | 10,400          | 1,450                |
| Cuivre . . . . .       | 10,400          | 1,175                |
| Mercure . . . . .      | 50,500          | 2,228                |

Le principal inconvénient de cet appareil est la pression énorme que subissent les tubes en raison de la hauteur à laquelle ils doivent souvent s'élever. Quand leur résistance n'est pas suffisante, ils peuvent éclater. C'est ce qui est arrivé, il y a quelques années, à Saint-Sulpice, lorsqu'un poêle d'eau ayant cédé, un jet d'eau bouillante alla frapper plusieurs personnes dont quelques-unes succombèrent à leurs brûlures. Il faut donc donner aux tubes une solidité exceptionnelle.

Les calorifères à eau chaude et à haute pression, qui ne communiquent pas avec l'atmosphère, laissent la température du liquide s'élever fort au-dessus de 100°, ce qui permet de réduire d'autant le volume des appareils. Les poêles d'eau sont remplacés par des tubes en spirale qui peuvent supporter une pression considérable. Ils sont essayés à la pression de 200 atmosphères. Néanmoins des explosions se produisent trop souvent pour qu'il soit possible de recommander l'usage de ces appareils.

Les calorifères à vapeur se composent d'une chaudière, placée dans le sous-sol, et de tuyaux qui vont porter la vapeur au loin. Ils doivent être disposés de manière que l'eau qui résulte de leur condensation fasse