

PRATIQUE  
DE  
**L'ART DE CHAUFFER**  
PAR LE THERMOSIPHON

OU CALORIFÈRE A EAU CHAUDE,  
AVEC UN ARTICLE SUR LE CALORIFÈRE A AIR CHAUD.

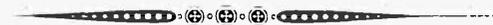
**OUVRAGE CONTENANT**

des notions de physique sur les effets de la chaleur; les moyens d'en tirer le meilleur parti; les causes du mouvement de l'eau;  
les différentes formes que l'on peut donner aux appareils applicables au chauffage des serres et des habitations; leur influence sur la santé des hommes et des plantes,

**AVEC 21 PLANCHES GRAVÉES.**

PAR A<sup>\*\*\*</sup>,

Membre des sociétés d'Horticulture de Paris, de plusieurs de celles des départements et de la Belgique.



PARIS,  
AUDOT, ÉDITEUR DU *BON JARDINIER*,  
RUE DU PAON, 8, ÉCOLE-DE-MÉDECINE.

1844



Il nous paraît à peine nécessaire de faire la remarque que le même appareil, dès qu'il peut échauffer au maximum de 35 degrés, soit 20° au-dessous de 0 à l'extérieur, et 15 au-dessus à l'intérieur (si c'est pour un appartement ou une serre chaude), pourra également échauffer à quelques degrés seulement, puisque la quantité de combustible que l'on emploiera et la quantité de chaudes à donner régleront la température que l'on jugera à propos d'atteindre.

La capacité de la chaudière (la quantité d'eau qu'elle contient) n'influe en rien sur l'emploi utile du combustible. C'est seulement la surface de la partie exposée au feu, c'est-à-dire ce qu'on appelle *surface de chauffe*, qui transmet la chaleur. En conséquence, cette surface est la seule chose à combiner de manière à enlever à l'air chaud que produit le combustible la plus grande quantité qu'il sera possible de calorique.

Suivant l'indication de M. Pecllet, on pourra compter un mètre carré de surface de chauffe pour 3 à 4 kilogrammes de houille, ou 6 à 8 kilog. de bois à brûler par heure, dans les moments où il faudra chauffer au plus haut degré. On pourra compter une surface double dans les thermosiphons.

L'air s'échauffant parce que le calorique tend continuellement à monter, tandis que l'air froid le remplace, il est naturel de penser que le calorifère, quel qu'il soit, doit toujours être placé à la partie inférieure du local.

Le foyer peut être établi dans une pièce autre que celle ou celles à échauffer; mais cependant on fera toujours mieux de le placer dans un local où l'on puisse profiter de

ce qui s'échappera de chaleur, fût-ce même un corridor ou un escalier.

Si le fourneau d'un calorifère ou la chaudière d'un thermosiphon sont placés dans un souterrain ou dans un lieu quelconque où ils ne doivent pas émettre de chaleur, mais d'où, au contraire, la chaleur doit être envoyée dans les pièces à échauffer, il sera nécessaire d'isoler l'appareil, en disposant ses tuyaux de manière qu'ils ne laissent pas échapper de calorique depuis ce lieu jusqu'à celui où ils doivent émettre leur chaleur.

Le fourneau sera isolé par une enveloppe ou bâtisse en argile ou terre cuite assez épaisse pour que la chaleur ne puisse passer.

Les tuyaux seront isolés des corps environnants par des enveloppes de mousse ou de sciure de bois tendre, de charbons écrasés, de laine, le tout tenu très-sèchement; ou bien d'argile mêlée à de la paille hachée, à de la bourre ou poils d'animaux, etc. Le tout peut être renfermé dans un conduit maçonné.

#### SECTION IV.

##### Des divers appareils de chauffage.

On désigne en général par le mot *calorifère* les divers appareils propres à échauffer plus ou moins économiquement les appartements, les serres, les étuves, les séchoirs et les grands établissements publics.

On peut diviser en trois groupes, les diverses construc-

plaques  $x$ , formant un réservoir placé dans l'intérieur de ces cheminées, d'où il s'échappe, chaud, par deux ouvertures pratiquées latéralement et correspondant au réservoir  $x$ , pour se répartir dans plusieurs cylindres verticaux  $y$  établis à l'extérieur sur deux des côtés, et desquels il sort pour se répandre dans l'appartement par des bouches de chaleur garnies d'un couvercle à charnière qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté.

Pour régler l'accès de l'air et en diriger à volonté un courant plus ou moins rapide sur le combustible, et pour produire en quelque sorte l'effet d'un soufflet, Désarnod a pratiqué deux plaques mobiles et glissant l'une sur l'autre dans des rainures MN : elles sont placées sur le devant de l'appareil, et on peut les hausser ou les abaisser au moyen d'une manivelle liée à l'axe d'un cylindre sur lequel s'enroule une chaîne qui suspend les plaques mobiles. Celles-ci sont arrêtées à la hauteur voulue par une roue à rochet.

La fumée s'élève jusqu'à la plaque supérieure, passe derrière le réservoir vertical  $x$ , et descend jusqu'à la base, où elle trouve, à droite et à gauche, deux ouvertures par lesquelles elle s'échappe en passant par deux tuyaux  $g$  qui se réunissent avant d'arriver dans celui de la cheminée en maçonnerie.

Dans les expériences comparatives qui ont été faites, on a trouvé que 33 kilogrammes d'un combustible brûlé dans la cheminée de Désarnod produisaient autant d'effet que 100 kilogrammes du même combustible brûlé dans une bonne cheminée ordinaire.

A l'aide des cheminées de Désarnod, on peut se procurer dans l'intérieur des appartements un renouvellement

d'air continu, condition de salubrité fort importante.

On a modifié les cheminées de Désarnod en simplifiant leur forme et en les rendant plus faciles à transporter et plus économiques dans leur construction, mais ces changements ont eu lieu aux dépens de l'effet utile du combustible.

#### Cheminée et poêle de Curaudeau.

Nous donnons, fig. 13, le dessin de la cheminée que Curaudeau a fait exécuter : elle se compose d'un foyer A ; ce foyer se rétrécit vers la partie supérieure, pour conduire les produits de la combustion dans un fort tuyau de fonte BC. Arrivé là, le courant se divise en deux parties et parcourt ensuite successivement, de haut en bas, les divers conduits qui sont pratiqués, avant de parvenir au tuyau principal M. Le contact avec toutes ces surfaces métalliques chauffe considérablement l'air dans les espaces P, et cet air se répand dans la chambre par des bouches de chaleur.

Plus tard Curaudeau a proposé une modification à sa cheminée, consistant à séparer entièrement le foyer où se fait la combustion du tuyau qui sert à concentrer la chaleur ; il prescrivait de donner aux parois du foyer l'inclinaison la plus propre à renvoyer la chaleur rayonnante et à diriger le gaz dans un tuyau central. L'auteur se proposait par là de porter dans le système des tuyaux de tôle la facilité de l'emboîtement, et d'affecter une distribution propre à retenir toute la chaleur et à la transmettre promptement. Enfin, il voulait conserver aux cheminées leur forme ordinaire ; à cet effet, l'auteur plaçait son appareil

dans une autre cheminée en maçonnerie derrière une glace, après en avoir recouvert le parquet d'un tissu.

Curaudeau a aussi proposé des appareils de chauffage en forme de poêles. Ceux-ci ont beaucoup de rapport avec ses cheminées. La fig. 14 représente la coupe d'un de ces poêles. A est la porte du foyer. Les produits gazeux ou vaporeux de la combustion s'élèvent, descendent ensuite, puis remontent en circulant autour des chicanes qu'ils trouvent sur leur passage; ce qui est indiqué par les flèches tracées sur le dessin. Ces produits se réunissent enfin dans le tuyau M, tandis que l'air échauffé par cette circulation est répandu dans l'appartement en sortant par les bouches de chaleur B C.

Les expériences comparatives faites par le comité consultatif des arts ont constaté qu'avec 20 kilogrammes et demi d'un combustible on obtenait, avec le poêle de Curaudeau, un effet calorifique égal à celui produit par 100 kilogrammes du même combustible brûlé dans une cheminée ordinaire.

Dans beaucoup d'habitations confortables modernes, un calorifère placé dans une cave envoie dans les escaliers et dans toutes les chambres un courant d'air échauffé; ce qui n'empêche pas de conserver dans plusieurs de ces appartements, et surtout dans les salons, des cheminées ouvertes dans lesquelles on peut voir le feu. Un des plus beaux modèles de ce genre peut se voir à l'hôtel des monnaies de Paris; il utilise la chaleur excédante de la carbonisation de la houille qu'on convertit en coke pour les besoins des ateliers du monnayage. Sa construction est due à M. Dareet.

Les poêles de Suède, de Russie et d'autres contrées sep-

tentrionales sont de véritables calorifères appliqués à des maisons tout entières.

Dans diverses autres constructions pyrotechniques que l'on pourrait appeler, comme elles, cheminées-poêles, on adapte assez ordinairement aussi une plaque verticale glissante, qui est destinée à régler ou supprimer à volonté l'entrée de l'air, et à exciter une combustion vive sur un point lorsqu'on commence à allumer le feu; cette plaque est mue par un cylindre caché dans la maçonnerie, sur lequel s'enroulent les deux chaînes et les contre-poids qui la suspendent.

Au moyen de cette construction, à présent bien connue, on met à profit une partie de la chaleur que les parois du foyer absorbent.

On parvient encore à réaliser une économie notable en plaçant dans le corps des cheminées, ainsi que dans l'âtre, autour et au-dessus du foyer, des tuyaux ou de doubles enveloppes, entre lesquelles l'air s'introduit et gagne successivement les parties élevées en s'échauffant et devenant plus léger; il arrive enfin dans l'appartement par une issue qu'on lui a ménagée au-dessus du foyer, de manière que cet air chaud ne puisse être attiré par le courant de la cheminée.

Les cheminées de Curaudeau sont d'une construction analogue à celle-ci, et constituent comme elle des calorifères cachés. Si l'on compare, sous le rapport de l'effet utile qu'ils peuvent produire, les constructions et appareils de chauffage indiqués ci-dessus, on trouve les résultats suivants :

Cheminées anciennes,

3 dixièmes.

Cheminées de Désarnod, 9 et 1/2 dixièmes.  
Poêle de Curaudeau, 9 dixièmes.

Les combustibles les plus avantageux pour le chauffage des cheminées sont ceux qui ont un plus grand pouvoir calorifique rayonnant.

L'orifice d'une cheminée étant diminué, autant qu'il se peut, on réduit conséquemment le volume d'air qu'appelle la cheminée sans servir à la combustion. Dans cette condition, une cheminée de grandeur ordinaire donne à l'appartement environ un quart de la quantité de chaleur rayonnée par le combustible; mais on obtiendrait un plus grand degré de chaleur, si les parois du foyer étaient construites de matériaux ayant un grand pouvoir émissif. On atteindra de bons résultats si pour combustibles on emploie de la houille ou du coke commun, donnant une chaleur rayonnante plus forte que celle du bois.

On emploie généralement et avec raison les poêles, et surtout ceux en terre ou à eau chaude, dans les pièces d'une certaine étendue, comme les antichambres, les salles à manger, pièces où on séjourne généralement peu, parce qu'ils peuvent n'être alimentés que deux ou trois fois dans une journée en raison de leur refroidissement, qui s'opère lentement. Ces appareils sont avantageux aussi lorsque les salles où ils sont construits sont contiguës à d'autres pièces ayant des cheminées, et qu'on peut les employer à chauffer l'air appelé par ces cheminées; mais, pour que ce double but soit atteint, nous recommanderons : que les tuyaux intérieurs des poêles soient larges, et que l'ouverture servant à communiquer l'air échauffé dans les pièces à cheminée soit aussi d'une bonne proportion; que les bouches

de chaleur, ayant au moins 10 centimètres de diamètre, ne soient pas trop obstruées par les plaques découpées ou des toiles métalliques à mailles serrées, trop souvent employées. Les bouches doivent avoir leur orifice bien dégagé, parce qu'elles permettent, eu égard aussi à la largeur du canal qui appelle l'air extérieur, de fournir un volume d'air considérable à une température moyenne. C'est toujours un inconvénient d'échauffer l'air trop vite et trop fortement; car, outre la mauvaise odeur qui se dégage, l'air chaud s'échappe avec une trop grande vitesse, et ne produit pas l'effet qu'on pourrait en attendre: il est reconnu aujourd'hui que, la quantité d'air augmentant avec la plus grande proportion des canaux qui le conduisent, la chaleur transmise est d'autant plus grande que l'air échauffé, exposé aux surfaces de chauffe, est à une basse température.

Les poêles de toutes sortes produisent le chauffage le plus économique, parce qu'ils utilisent, quand ils ont beaucoup de tuyaux, presque toute la chaleur de leur foyer. Mais, comme ils ne produisent qu'une ventilation incomplète, et que d'ailleurs les matériaux dont ils sont construits laissent émaner des gaz nuisibles, ils sont insalubres.

Cependant il sera toujours facile d'en établir de salubres quand on voudra, en les construisant avec une double enveloppe et avec un canal d'appel d'air de ventilation d'une ouverture suffisante.

Ceux-là prennent, selon l'usage, le nom de *calorifères*.

Les calorifères que l'on place dans l'intérieur des locaux à chauffer ont le même inconvénient que les poêles, quand il n'y a pas de dispositions pour le renouvellement de l'air par un courant pris à l'extérieur.

Mais quand, soit que le calorifère ait sa place dans le local, soit au dehors, il est établi de manière à avoir un renouvellement d'air pris au dehors, il devient salubre.

ARTICLE II. — *Calorifères à courants d'air.*

Les constructions ainsi dénommées servent en général à échauffer lorsqu'il est utile de renouveler l'air en même temps qu'on l'échauffe constamment; ce qui a lieu le plus ordinairement dans les salles de spectacle, les hôpitaux, les ateliers, et partout où l'on veut jouir du bienfait d'un air renouvelé.

Dans l'emploi de ces appareils on a pour objet de chauffer l'air dans un espace fermé, et de le porter ensuite dans d'autres lieux que l'on veut échauffer.

La chambre de chauffage doit être au-dessous de l'espace que l'on veut alimenter d'air chaud, afin que cet air puisse, de lui-même, par sa plus grande légèreté spécifique, gagner le lieu auquel on le destine.

L'appareil doit être disposé de manière qu'il n'échappe que le moins possible d'air à la combustion, et que la fumée soit beaucoup refroidie au moment où elle est abandonnée. Ces conditions sont essentielles à l'économie du combustible.

Un calorifère n'est dans le fait qu'un grand poêle, assez semblable à ceux à l'aide desquels on chauffe les appartements, mais auquel on donne une surface de chauffe plus considérable.

Il est toujours plus avantageux de chauffer un grand

volume d'air à une faible température qu'un plus petit volume à une température élevée; parce que, le volume d'air qui se renouvelle sur les surfaces de chauffe étant plus considérable, une même étendue dans le même temps laisse passer plus de chaleur.

On connaît en général deux classes de calorifères: dans l'une l'air frais s'écoule dans des canaux placés dans le foyer et dans le canal de la fumée; dans l'autre, au contraire, les tuyaux à fumée circulent dans la chambre à air.

Pour les calorifères à circulation d'air dans le foyer, la disposition la plus généralement employée est d'établir plusieurs rangées de tuyaux dans lesquels l'air frais est amené du dehors; il s'y échauffe, et est porté par d'autres tuyaux dans les locaux à échauffer. Les calorifères fig. 26, 27, 30 sont dans ce cas.

La seconde classe, c'est-à-dire celle où il y a circulation des tuyaux de passage de la fumée dans l'air frais, est composée d'appareils qui sont tous formés d'une chambre ouverte par le bas pour donner accès à l'air froid, et dans le haut pour porter l'air chaud dans le lieu où il doit être utilisé. Cette chambre renferme un poêle métallique avec de longs tuyaux pour la circulation de la fumée avant qu'elle s'échappe dans la cheminée. Le calorifère de Désarnod, fig. 15, est dans cette dernière espèce.

Un calorifère à courant d'air se compose :

1° Du foyer A, fig. 15, 16, 17.

2° De la cloche posée sur le foyer et l'enveloppant quand il s'agit d'un calorifère à cloche, fig. 23, ee, 33, 35, A.

3° Des tuyaux emportant les produits de la combustion (ou air brûlé, les gaz, la fumée).

4° De la chambre de chaleur ou à air, espace dans lequel se réunit l'air chaud produit par les tuyaux à air ou par les conduits qui l'amènent autour du foyer, fig. 15 R, 27 EG, 29 G, etc.

5° Des tuyaux ou conduits quelconques qui reçoivent l'air frais pour l'échauffer aux environs du foyer, et le porter jusqu'aux pièces à échauffer, fig. 15 T, fig. 23, p. 25-26 27-28, G, 33, 35 O.

6° Du récipient à eau, fig. 26, 27, 30, *h i*.

7° Enfin de la construction en briques servant à envelopper le tout.

En décrivant, comme nous allons le faire, les différents appareils, on verra quelles sont la forme et la construction de chacune de ces parties.

Un des soins les plus importants à prendre dans la construction d'un calorifère est de combiner le rapport du foyer avec la cloche ou les tuyaux de manière qu'aucune partie du métal ne s'échauffe jusqu'au point de rougir.

Le métal qui environne le foyer ne doit pas devenir plus chaud qu'il est nécessaire pour dépasser 100 degrés. A un point plus élevé, l'air qui est en contact avec les surfaces métalliques se *suréchauffe* et devient insalubre pour les hommes comme pour les végétaux; outre qu'il répand une odeur désagréable produite par les poussières répandues dans l'air, et qui brûlent au contact de ces surfaces.

Quand il est question d'échauffer des étuves, des séchoirs, etc., où une chaleur très-élevée est nécessaire, et qui ne sont pas destinés à être habités par des ouvriers, on emploie des moyens plus puissants de chauffage.

On a tellement senti depuis quelques années la nécessité

de ne produire par les calorifères qu'un air salubre, que M. René Duvoir, un de nos plus habiles constructeurs, ne compose plus d'appareils pour les habitations où le foyer soit entouré de métal sans que ce métal soit revêtu de briques jusqu'à la hauteur où l'action latérale du feu soit capable de porter la chaleur au rouge.

« La chaleur sèche des calorifères et des poêles, dit M. Peçlet (page 225, tome II, 2° édit.), porte à la tête. Pour remédier à cet inconvénient, M. Picot a placé dans la chambre de chaleur un récipient plat en fonte, dans lequel on entretient une certaine quantité d'eau. L'air chaud se mêle ainsi à une suffisante proportion aqueuse. On renouvelle aisément l'eau par un bec qui se prolonge à l'extérieur, où il est fermé par un couvercle pour empêcher la communication de l'air chaud avec l'air extérieur. »

M. Darcey emploie le même récipient depuis trente ans. M. René Duvoir en a fait usage en 1832 pour le chauffage des salles de la Société d'encouragement.

Ce récipient forme une espèce de tiroir *h*, fig. 26, 27, 30 et 30 bis. Dans la figure de détail 30 bis, on voit le récipient *h* établi par M. Picot; un petit couvercle à charnière *j* se lève à volonté pour le remplissage.

Dans un calorifère de grande proportion le récipient peut avoir 45 centim. sur 16 et 12 de profondeur. Il a été modifié avec bonheur par M. René Duvoir, qui y a adapté une bouteille *i*, fig. 26, 27, 30, servant à le remplir sans que l'on s'en occupe aussi souvent.

Suivant le besoin de plus ou moins de moiteur, on donnera au récipient la longueur et la profondeur que l'on jugera à propos.

M. Delaire, jardinier en chef du Jardin-des-Plantes d'Orléans, sans avoir connaissance de ce procédé, l'a imaginé de son côté et en a fait l'application à un calorifère construit par un ouvrier peu habitué vraisemblablement à ce qui se pratique en ce genre, puisqu'il ne le lui avait pas indiqué.

Les tuyaux de conduite d'air chaud des calorifères se font ordinairement en fonte; il serait possible cependant, et nous le conseillons, de les remplacer par des tubes de terre cuite en les disposant de manière à pouvoir les remplacer en cas d'accident.

Un des inconvénients des calorifères à air chaud, c'est que cet air se refroidit dans les tuyaux. Aussi, quand le local à échauffer a une grande étendue, il faut établir plusieurs calorifères: car, quelque précaution que l'on prenne pour envelopper les tuyaux à air, afin qu'ils ne perdent pas leur chaleur, on ne peut néanmoins compter le faire parvenir dans un état de chaleur convenable à plus de 10 à 12 mètres de distance; tandis que l'eau chaude a porté la chaleur au palais d'Orsay à 165 mètres, et la vapeur, dans l'établissement d'horticulture de M. Loddiges de Londres, à 250 mètres. L'eau éprouve moins de frottement dans les tuyaux que l'air, parce que les surfaces sont mouillées et que l'eau frotte sur l'eau; tandis que dans le passage de l'air, celui-ci frotte sur les parois mêmes du tuyau.

Les tuyaux à fumée ne peuvent avoir moins de 16 à 18 centimètres de diamètre quand ils serviront à de grands calorifères, ou qu'ils devront avoir un parcours horizontal. Ils n'auront pas moins de 13 centim. pour les petits calorifères.

Ceux destinés à porter l'air chaud auront 15 centimètres au moins pour les plus petits calorifères, et 22 à 25 au plus pour les plus grands.

On combinera la capacité du canal d'accès de l'air avec celle des tuyaux à chaleur de manière qu'il en arrive autant qu'il en faudra pour fournir aux tuyaux distributeurs et aux bouches de chaleur.

Nous avons déjà dit que ce canal d'accès doit même fournir un excès sur la consommation.

La somme totale de l'air passant pour s'échauffer dans les tuyaux qui sont au foyer doit être égale à celle versée dans les diverses pièces du local par l'orifice des bouches de chaleur.

Les tuyaux de chaleur et leur double enveloppe peuvent être placés sous le carrelage dans toute leur longueur, en supposant même qu'ils fassent plusieurs circuits autour de la pièce que l'on veut échauffer. Cette disposition serait en outre fort commode, puisque les conduits de chaleur ne tiendraient alors aucune place.

La double enveloppe est la matière isolante, sciure de bois, mousse, charbon pilé, etc., dont nous avons parlé. Des ouvertures faites de distance en distance et fermées par des toiles métalliques ou par des registres ouvrant à volonté, servent d'issues à la chaleur pour la répandre dans la chambre ou dans la salle.

La vitesse de l'air dans les tuyaux, dans la chambre du calorifère et à sa sortie, est extrêmement faible, et l'influence des vents est très-grande; il peut même arriver, quand le vent est violent et dirigé en sens contraire de celui du mouvement de l'air qui tend à s'introduire dans les tuyaux,

que ce mouvement n'ait pas lieu, et qu'au contraire l'air entre dans la chambre par la cheminée et sorte par les tuyaux. On obvie à cet inconvénient : 1° en plaçant au-dessus de la cheminée un appareil mobile, 2° en orientant le fourneau de manière que l'ouverture d'introduction soit en regard des vents les plus fréquents ; mais, quand les localités le permettent, il vaut mieux alimenter les tuyaux au moyen d'un large canal souterrain qui va s'ouvrir en plein air à la surface du sol, ou par une caisse que l'on peut ouvrir à volonté dans la direction du vent.

Dans la description des calorifères que nous avons jugés les plus essentiels à faire connaître et les plus utiles on verra quelle est leur construction, sans que nous soyons obligé d'entrer dans plus de détails préparatoires. Au surplus on devra consulter les articles *foyers, cheminées, et combustibles*, qui en font partie, ainsi que celui des *tuyaux*, après s'être aussi pénétré des notions de physique par lesquelles nous avons commencé cet ouvrage.

Nous ferons connaître d'abord celui de Désarnod, qui conserve toujours une certaine prééminence, quoiqu'il soit un des premiers établis.

Fig. 15, coupe verticale ; fig. 15 bis, coupe horizontale. A, foyer ; B, cendrier. Les produits de la combustion montent dans le tuyau C, se rendent ensuite dans l'espace D, d'où ils se divisent dans plusieurs tuyaux G, redescendent dans le canal annulaire H, remontent dans les tuyaux E, arrivent dans un réservoir commun P, d'où ils passent par le tuyau M pour se rendre dans la cheminée ; l'air circule autour des différentes surfaces de chauffe R, et sort par l'ouverture T pour entrer dans la pièce à chauffer : une

double enveloppe L contient l'air chaud que laisse pénétrer la première enveloppe.

Tout l'appareil est en fonte excepté les deux enveloppes R S, qui sont en tôle.

Cet appareil est un des mieux combinés pour présenter une grande surface de chauffe dans un petit espace, sans diminuer le tirage par des circulations trop longues ; mais on ne peut se dispenser de le démonter entièrement pour le nettoyer, et par conséquent on ne doit y brûler que du coke. De plus il renferme beaucoup de points que l'on ne peut boucher qu'avec de l'argile, et qui peuvent laisser passer de la fumée dans l'air chaud.

Mais il pourrait être perfectionné (\*). Il faudrait aussi faire arriver l'air de ventilation par un conduit distinct de celui qui le fournit au foyer. Il serait important aussi de donner plus de hauteur à la cloche, et de l'entourer à l'intérieur de briques ; le tout pour l'empêcher de rougir et de surchauffer l'air qui doit servir à l'échauffement et à la ventilation.

Cet appareil peut se placer dans la pièce même à chauffer, quoiqu'on puisse cependant prendre au dehors l'air pour le foyer et celui à chauffer.

Nous donnons sa figure et sa description, autant comme pièce historique que pour faire comprendre les inconvénients de la forme de sa cloche trop courte.

La méthode préférée actuellement pour chauffer les salles d'étude consiste à employer un poêle en métal ou en

(\*) C'est ce perfectionnement que M. René Duvoir a porté au plus haut point. (Voir fig. 33 à 35.)

terre cuite, d'une forme quelconque, recouvert à 4 centim. de distance d'une enveloppe en tôle ouverte par le haut. Un canal d'air arrive de l'extérieur par-dessous ce poêle dans l'enveloppe, et enlève continuellement la chaleur rayonnante des parois du poêle pour la répandre dans la pièce. Le poêle se place le plus loin possible de la cheminée, à laquelle il communique par un tuyau de tôle. Le devant de la cheminée est bouché; mais on y a ménagé des ouvertures fermées par des registres ou petites portes qui sont proportionnées à la quantité d'air que l'on veut donner, et que l'on ouvre et ferme à volonté: c'est le meilleur moyen d'utiliser toute la chaleur donnée par le combustible, et le plus économique en même temps sous le rapport des frais d'établissement.

Ce moyen peut s'appliquer parfaitement aux serres, aux ateliers, et à toutes les pièces où l'on veut renouveler l'air et atténuer l'effet du rayonnement d'un poêle, qui peut affecter la santé par une chaleur trop forte.

Nous donnons le dessin d'un des poêles construits par M. René Duvoir, rue Neuve-Coquenard, n° 11, à Paris. Il en a construit un grand nombre sur ce modèle pour les écoles.

La fig. 16 est la coupe longitudinale d'une salle échauffée par un de ces poêles. A est un poêle en fonte ou tôle épaisse, dont le foyer *b* est revêtu en briques; *c* tuyau à fumée, pénétrant dans la cheminée *d*; *e* est le cylindre en tôle qui enveloppe le poêle. Il y a un couvercle en tôle ou en marbre et la partie *g h* contient de grandes ouvertures pour laisser passer l'air; *f* est le canal qui amène cet air du dehors pour la ventilation, lequel peut être fermé par le re-

gistre *i*. En *j* est une ouverture fermée à volonté au moyen d'une plaque à coulisse, et par laquelle l'air malsain sera attiré et porté au dehors dans le canal de la cheminée. — L'enveloppe pourrait être en briques posées de champ.

Si, dans certaines conditions de l'atmosphère, le poêle ne tirait pas, on pourrait introduire dans la cheminée *d* des copeaux que l'on allumerait, et qui établiraient le tirage.

M. René Duvoir construit des appareils plus compliqués, portatifs, d'un usage excellent, et dont le prix n'est pas plus élevé que celui des poêles ordinaires. Nous en donnons le dessin et la description.

La fig. 17 représente une coupe verticale; la fig. 18, une coupe horizontale suivant *xx'* (cette figure est celle d'un calorifère du plus petit modèle).

FF foyer en fonte avec grille pour la combustion de la houille, et cendrier au-dessous. Les produits de la combustion s'élèvent dans le cylindre F pour redescendre dans le cylindre en tôle CC, qui l'enveloppe, et gagner ensuite la cheminée par un tuyau D, muni d'une clef R; *c* est un couvercle en tôle qu'on peut facilement enlever pour le nettoyage de l'appareil.

La porte du foyer P glisse dans des coulisses et est fixée à un contre poids *p*, au moyen d'une chaîne qui passe sur une poulie *m*. Cette porte peut aussi fermer plus ou moins l'ouverture du cendrier, et produire une combustion plus ou moins active.

L'enveloppe extérieure du calorifère se compose : 1° d'un socle en tôle AA, portant une moulure en cuivre; 2° d'un cylindre en tôle BB, monté sur le socle; 3° d'un marbre K, qui recouvre l'appareil. Ce marbre peut être

remplacé par un couvercle en tôle percé d'une ouverture circulaire au centre, qui correspond à un trou pratiqué dans le couvercle *c*, et par lequel on peut charger l'appareil par le haut; il suffit pour cela d'ôter les couvercles qui bouchent ces ouvertures.

L'air extérieur, appelé par un canal *H*, arrive sous le cendrier, monte en s'échauffant contre les parois du foyer, le tambour de circulation de la fumée et l'enveloppe extérieure *B* chauffée par rayonnement, et sort de l'appareil par la bouche de chaleur *I*, qui règne sur toute la circonférence du calorifère.

La figure 19 représente la vue extérieure; la fig. 20 une coupe verticale d'un calorifère de plus grande dimension.

La figure 21 est une coupe suivant *ax'*, fig. 20; et la figure 22, une autre coupe suivant *yy'*.

*F*, foyer en fonte disposé pour brûler de la houille sur une grille *g*, au-dessous de laquelle se trouve le cendrier *L*.

*G*, cylindre en fonte surmontant le foyer, bouché à sa partie supérieure par une plaque en fonte *f* et par un couvercle en tôle, et muni latéralement d'une buse. C'est par cette ouverture que les produits de la combustion se rendent dans l'enveloppe annulaire *C*, dans laquelle ils descendent pour s'échapper ensuite par le tuyau à fumée *D*; *R* est le registre de ce tuyau.

En *c* est un couvercle qui rend le nettoyage facile à exécuter.

Une porte à coulisse *P* est équilibrée par un contrepoids *p*, dont la chaîne passe sur la poulie *m*.

La cloche du foyer repose sur une plaque *MM'*, qui est à jour afin que l'air appelé puisse circuler dans l'appareil. Cette plaque est supportée par un socle en fonte *A*.

*B*, enveloppe extérieure portant un marbre *K*, et muni de larges bouches de chaleur *I*.

*H*, canal d'arrivée de l'air extérieur. L'air qui s'échauffe surtout par un contact avec toutes les parois du tambour à fumée, dont la disposition présente, dans un petit espace, une très-grande surface, prend encore de la chaleur au foyer en fonte et à l'enveloppe extérieure, qui est chauffée par rayonnement.

Les figures 23 pl. 1 et 24 pl. 4 représentent la coupe et le plan d'une serre où nous avons supposé un calorifère à cloche. *A* ouverture du foyer, établie au dehors; — *b* foyer; — *c* grille; — *d* cloche en fonte, de deux pièces, en y comprenant la calotte *e* — *f* conduit et tuyau à fumée; — *g*, cloison en fonte, mais que l'on peut exécuter en briques, pour forcer l'air brûlé à rester plus long-temps sous la cloche et à l'échauffer; — *h* enveloppe en briques composant la chambre à air chaud, recouverte en *i* d'une dalle de pierre. Au milieu de cette dalle on pratiquera une ouverture à couvercle de pierre servant à remplir d'eau le récipient *k* en tôle, où l'on a versé de l'eau. Cette eau évaporée par l'air chaud, sert à l'assainir en lui rendant l'humidité que le contact avec la cloche du foyer a pu lui faire perdre.

*L* est le canal d'introduction de l'air destiné à la combustion; cet air est pris au dehors, mais le canal se ferme par un registre, afin de pouvoir, en cas de besoin, y renoncer, et prendre l'air dans l'intérieur même de la serre, comme il est dit ailleurs — *m*, fig. 24, est un foyer d'ap-

pel, essentiel dans cet appareil où le tuyau à fumée est presque horizontal et peut avoir un parcours assez long. Si on plaçait le tuyau comme dans la figure 23, le foyer d'appel s'attacherait au tuyau montant, et à côté du mur.

Nous avons dit que la cloche était en fonte, et en effet elle peut s'exécuter ainsi; mais on peut aussi construire l'équivalent en briques avec la calotte seulement en fonte, ou en tôle forte. En la supposant en fonte, nous lui avons donné un grand diamètre (70 centim.) afin que le feu du foyer ne la fasse pas rougir et ne vicie pas l'air qui arriverait s'y échauffer par les ouvertures N inférieures au niveau du foyer. Cet air devra circuler, en arrivant, dans le couloir *o*, pour s'échauffer, parcourir tout l'espace entre la cloche et le revêtement en briques *h*, pour sortir par des conduits *p* pratiqués à la partie supérieure et être porté par des tuyaux dans tous les lieux à échauffer.

La cloche a 80 centim. d'élévation au-dessus du foyer, afin qu'elle ne puisse pas s'échauffer au rouge.—Il est bien entendu que si on construit le contour du foyer en briques, on lui donnera la forme d'un carré, ou d'un parallélogramme, et alors le diamètre sera moindre et pourra se réduire à 25 centim. de large. Cependant, la partie supérieure, qui sera en tôle et en forme de voûte, devra toujours être élevée à 80 centim. Le revêtement en briques du foyer ne devra pas avoir plus de 30 à 35 centim. d'élévation; la calotte en voûte sera assise dessus.

On pourra brûler dans cet appareil du bois, de la houille, ou du coke à volonté. Cependant, si on ne devait brûler que de la houille ou du coke, on fera mieux de construire le revêtement latéral du foyer en forme de trémie.

Tel que ce calorifère est disposé, il est placé au niveau du terrain dans une serre qu'il pourra échauffer suffisamment par la chaleur qui se perdra autour de l'appareil et par celle du tuyau projeté dans la longueur du devant de la serre. Les conduits de chaleur dont on voit un en *p* pourront être dirigés dans une serre voisine placée sur un sol plus élevé d'un ou de deux mètres. — Autrement on pourra enterrer l'appareil autant qu'on le voudra, dans le sol ainsi que son tuyau, en laissant pourtant le tout à découvert. Dans ce cas on aura établi les tuyaux de chaleur assez bas pour pouvoir les diriger où l'on voudra.

Une des ouvertures N prend l'air de ventilation au dehors, mais on sent bien que l'on doit en établir trois autres, afin d'entourer la cloche de cet air, de manière qu'il arrive la frapper dans tous ses points et qu'il s'empare de toute la chaleur qu'elle est destinée à transmettre.

Dans le cas où l'on prendra l'air au dehors pour les quatre ouvertures N servant à la ventilation on devra y établir des portes ou registres pour fermer à volonté, mais alors l'appareil ne fonctionnera plus que comme un poêle.

Les fig. 25 et 26 donnent un calorifère d'une exécution si aisée que tout constructeur qui aura à sa disposition des briques et quelques tuyaux pourra l'établir lui-même, même un maçon ou un jardinier.

A entrée du foyer; — *b* grille; — *c* entrée de l'air d'alimentation pour le combustible; — *d* quatorze tuyaux en fonte de fer, exposés au foyer, et autour desquels circule l'air brûlé avant d'arriver dans le tuyau à fumée *k*. L'air extérieur entre par le canal E, passe dans les tuyaux *d*, ressort dans la chambre de chaleur G en passant au-dessus

du récipient *h* d'où il sort échauffé pour se rendre dans les conduits jusqu'aux bouches de chaleur. — *i* est la bouteille dont nous avons parlé page 33; — *h* est le tuyau à fumée; — *m* est une ouverture donnant accès à l'air même de la pièce dans le cas où il conviendrait de l'employer en fermant le registre *E*. Cet appareil formerait un bon poêle pour une serre.

En *n* est un carneau, fermé par un tampon, composé d'une brique que l'on peut tirer pour opérer le nettoyage, lequel s'achève par l'orifice du tuyau à fumée et par le foyer.

On n'a supposé que 45 centim. aux tuyaux *d*, mais on est libre de les faire aussi longs que l'on veut en élargissant la bâtisse et employant plus de combustible.

Les fig. 27, 28 sont celles d'un calorifère auquel la description précédente s'applique entièrement, sauf deux exceptions : le premier est couvert d'une dalle; celui-ci est voûté parce que l'on peut le construire d'une certaine grandeur. Les tuyaux à air *d* sont en plus grand nombre : ils se touchent et les six rangées que l'on y a placées forment entre elles un canal pour l'air brûlé, qui, contrarié dans sa marche et suivant un chemin plus long, s'y dépouille de sa chaleur au profit de l'air passant dans les tuyaux. Il y a trois carneaux à tampon *n* pour le nettoyage (\*).

Bien que la première rangée de tuyaux à air soit à 60 centim. de la grille du foyer, il pourrait encore arriver qu'ils rougissent si on chauffait vivement; aussi, dans le

(\*) Nous l'avons représenté sur une échelle plus grande que les autres, afin que le constructeur puisse, avec plus de certitude, prendre ses mesures, dont la proportion est la même pour les fig. 25 et 27.

cas où on devrait employer l'appareil à produire un haut degré de chaleur, on fera bien de la remplacer par une assise de briques soutenues par des barres de fer, et il en sera de même de l'appareil que nous venons de décrire, ainsi que de celui qui va suivre.

Le calorifère, fig. 29 et 30, ne présente pas cet inconvénient au même point, car la série de tuyaux à air *d* est renversée, par conséquent la chaleur du combustible qui tend à monter, ne les frappe qu'indirectement. En cas que la première rangée de tuyaux viint à rougir, on pourrait placer devant un petit mur de briques. Du reste, la description de cet appareil est la même qu'aux fig. 25 et 26.

Nous avons dit que les calorifères à air ne pouvaient guère porter la chaleur à plus de 12 mètres. Si on devait la porter à une distance plus éloignée, il serait indispensable de construire un second calorifère.

Dans les trois calorifères qui viennent d'être décrits, on pourrait remplacer la première rangée de tuyaux par une chaudière de thermosiphon. Cette chaudière pourrait être formée par des tuyaux de fer, comme la fig. 31, joints à un autre tuyau à chaque bout qui emporterait l'eau et la rapporterait; comme cette eau soustrairait une partie notable de la chaleur du foyer, il faudrait supprimer encore une rangée de tuyaux à air, outre celle que les tuyaux à eau remplaceraient. Elle pourrait être aussi fabriquée de plaques de cuivre en forme de plateaux, fig. 31 bis. Ces plateaux seraient maintenus entre des barres de fer, afin que le poids de l'eau ne fit pas gonfler les parties plates. On comprendra l'agencement de ces deux appareils en lisant l'article thermosiphon, dont nous allons nous occuper.

Nous avons donné, jusqu'à présent, des calorifères d'une exécution facile et à la portée de tout le monde. Présentement, nous allons mentionner celui que M. René Duvoir a su porter à la perfection. Il ne s'agit plus ici de faire construire, mais d'employer ce que l'inventeur-construc-teur peut offrir à un prix raisonnable. combiner pour le local à échauffer, et poser en place sans occasionner aucune inquiétude ni embarras.

Ce nouvel appareil satisfait à toutes les conditions exigées, de chauffer sans altérer la salubrité de l'air. Outre l'avantage de ne point rougir et de transmettre toujours de l'air pur, il a encore, sous le rapport de sa construction, de la facilité du service et du ramonage, une grande supériorité sur tous ceux qui existent. Il est construit entièrement en fonte et présente une solidité à toute épreuve; les joints, montés à brides et à boulons, obvient à tous les inconvénients produits par la dilatation incessante des coffres et des appareils en tôle, dont le clouage laisse toujours échapper la fumée dans les réservoirs à air chaud.

La marche de l'air chaud y est en sens inverse de celle de la fumée : cette disposition est la plus avantageuse pour le refroidissement; elle permet de diminuer les surfaces de chauffe et d'utiliser le combustible aussi complètement que possible.

Le foyer est disposé de manière à brûler du coke et des houilles de toute espèce.

Le Conseil royal de l'instruction publique a autorisé l'établissement de ces calorifères ventilateurs pour le chauffage de l'École de Droit et du collège d'Amiens; divers hôtels de Paris sont également chauffés par ces appareils,

entre autres celui de madame la baronne de Pontalba. On peut en voir un fonctionner chez M. René Duvoir, qui l'a fait construire pour le chauffage de sa maison.

La figure 32 est la vue extérieure de l'appareil du côté du foyer.

La figure 33 est une coupe verticale suivant la ligne A B, de la figure 34.

La figure 34 est une coupe horizontale faite par plans parallèles *e k*.

La figure 35 est la coupe verticale perpendiculaire à la première, faite par le plan *e d*, fig. 34.

Le foyer se compose d'une cloche en fonte A, fondue en deux ou trois pièces selon les dimensions de l'appareil. La hauteur est assez grande pour que la flamme, en s'élevant d'abord verticalement, donne à l'air brûlé qui descend par les tuyaux B C D E F, et B', C', D', E', F', un tirage suffisant pour produire l'appel d'air nécessaire à une bonne combustion.

G est la grille en fer sur laquelle se place le combustible et qui sépare les cendres du foyer.

H est la porte du cendrier ordinairement ouverte quand la combustion doit être active; elle est munie d'une petite porte à coulisse, la seule qu'on ouvre quand on veut diminuer la consommation du combustible.

I est une première porte de foyer, elle est destinée au nettoyage de la grille et sert à l'introduction des copeaux qu'on enflamme pour allumer le calorifère.

La deuxième porte K est destinée au chargement du foyer; c'est par cette ouverture qu'on introduit la masse du combustible, qui, en se consumant lentement, doit dé-

gager la chaleur nécessaire à un chauffage d'air de 12 à 15 heures.

Dans les calorifères de différentes grandeurs, la distance entre cette porte et la grille, ainsi que le diamètre du foyer, sont calculés pour produire des consommations déterminées de combustible.

La partie inférieure de la cloche est garnie, jusqu'à une hauteur qui dépasse un peu la porte de chargement, en briques très-réfractaires, formant le foyer proprement dit, qui s'opposent à ce que le contact et le rayonnement du combustible en ignition fassent rougir les surfaces.

Arrivés à la partie supérieure de la cloche A, les produits de la combustion se divisent et parcourent *en descendant* les deux séries des tuyaux B, C, D, E, F, et B', C', D', E', F', placées de chaque côté du foyer, et dans lesquelles la répartition de l'air brûlé et sa vitesse sont parfaitement égales.

L'air brûlé se réunit à la partie inférieure du tambour L, dans lequel il s'élève pour gagner le tuyau à fumée qui le surmonte.

N est la porte du foyer d'appel pour produire tout de suite un bon tirage quand on allume le calorifère pour la première fois, ou lorsqu'il s'est entièrement refroidi.

C'est aussi par cette porte qu'on opère le ramonage de la cheminée, sans être obligé de démonter le tuyau à fumée.

Le nettoyage des tuyaux de circulation s'effectue avec la même facilité : il suffit d'enlever les tampons *t, t* qui ferment les extrémités des tuyaux.

L'air arrive de l'extérieur par deux conduits M, M',

qui le distribuent sous toute la longueur des tuyaux F, F'; cet air, en s'élevant, rencontre des surfaces qui se trouvent à des températures de plus en plus élevées, et s'échauffe progressivement.

Les conduits M M' communiquent également avec les espaces circulaires compris entre la cloche du foyer A, le tambour à fumée et les enveloppes concentriques en maçonnerie qui augmentent les surfaces de chauffe.

Tout l'air chaud se réunit à la partie supérieure du calorifère dans un réservoir de chaleur O, d'où il s'écoule par les tuyaux P, Q, pour se rendre dans les lieux où il doit être utilisé.

Dans quelques appareils, pour diminuer les dimensions du calorifère, on supprime la construction en briques qui entoure les cylindres A-L. Cette disposition est représentée lig. 34.

En conservant au cylindre du foyer cette chemise en briques, on se réserve la possibilité d'avoir à la partie supérieure une chambre à air chaud, qui se trouve à une température plus élevée, et qu'on peut employer au chauffage des pièces les plus éloignées.

Lorsqu'il est nécessaire de porter la chaleur à de plus grandes distances que celles où ce calorifère peut conduire l'air chaud, et lorsqu'il n'est pas utile ou facile d'établir plusieurs appareils, on remplace les briques garnissant l'intérieur du foyer, par une chaudière destinée à établir un chauffage par la circulation de l'eau chaude pour les parties éloignées. (Voir l'article ci-après du thermosiphon.)

T A B L E A U

des volumes, etc., que chaque numero peut chauffer et ventiler, l'augmentation de température étant supposée à 15°, ce qui établit une moyenne plus que suffisante pour les habitations et les serres tempérées.

Quand il s'agit de serres chaudes il faudra passer à no n° au-dessus de celui indiqué.

NUMEROS.	ESPACES qu'ils peuvent chauffer en mètres cub.	VOLUME d'air renouvelé par heure en mètres cub.	QUANTITÉ de houille consommée par 12 heures	PRIX.
1	400	720	14 k <sup>05</sup>	500
2	600	1,000	20 »	650
3	800	1,500	28 »	1,000
4	1,200	2,000	40 »	1,400
5	1,600	3,000	56 »	2,000
6	2,500	4,000	80 »	2,800

*Exemples de chauffage en grand.*

La Chambre des pairs est chauffée par huit calorifères, dont quatre sont destinés exclusivement à distribuer la chaleur dans la salle des séances; deux servent au chauffage des couloirs et des deux grands escaliers; les deux autres sont à haute température et transmettent l'air chaud à l'Orangerie, à la bibliothèque et aux deux pavillons, au moyen de sept bouches de chaleur; chacun de ces calorifères renferme trente tuyaux de fonte horizontaux ayant 1<sup>m</sup>,50 de longueur sur 16 cent. de diamètre, donnant ensemble une surface de chauffe de 21<sup>m</sup> 60, soit 172<sup>m</sup>80 de surface pour les huit. L'air qui doit être échauffé arrive

par un couloir régnant derrière les calorifères et s'ouvrant dans le jardin. En avant des calorifères, du côté de la prise d'air, se trouvent deux ventilateurs de deux mètres de diamètre, de 1<sup>m</sup>50 de large et à 6 ailes, et servant à alimenter d'air ses calorifères. L'air chaud, en sortant des calorifères, passe dans trois chambres en les échauffant et s'introduit sous les gradins de la grande salle, où il trouve des issues dans toutes les contre-marches. L'air sort ensuite par l'orifice du lustre, et par des orifices percés dans l'intérieur à la partie supérieure des tribunes, d'où il se réunit à l'air chaud des couloirs, pour se rendre ensuite, par les cages des escaliers de service, sous le comble qui surmonte l'orifice du lustre, et se dégager dans l'atmosphère.— D'après les expériences faites, la température de la salle des séances a toujours été maintenue environ à 15°, le thermomètre étant au dehors à plusieurs degrés au-dessous de 0. La consommation de la houille pour le chauffage et la ventilation de la salle est d'environ 3 hectolitres par jour.

Le chauffage de l'Orangerie, de la bibliothèque et des deux pavillons a été reconnu inefficace, ce qui est dû au refroidissement que l'air éprouve en parcourant les conduits placés sous le sol de l'Orangerie. On a le projet de remédier à cet inconvénient en changeant les appareils à air chaud contre d'autres à eau circulante (\*).

« La salle des séances de la Chambre des députés et ses dépendances sont chauffées par des calorifères, en même nombre et disposées de la même manière qu'à la Chambre

(\*) Depuis que ceci a été écrit, le nouveau système de chauffage a été décidé, et l'on est occupé à l'établir. Nous en ferons mention à l'article *Thermosiphon*.

des paires ; deux sont destinés au chauffage des couloirs et des escaliers, quatre au chauffage de la salle. Mais le mode de distribution de l'air dans la salle et le mode d'appel sont très-différents. A la Chambre des députés, l'air chaud se rend dans la salle par des orifices percés dans la contre-marche du banc des ministres, dans la partie la plus basse et au centre de la salle ; il est appelé dans un conduit qui règne sous le dernier rang des bancs, et par des orifices percés dans le plafond des tribunes ; de là il se rend simultanément, par plusieurs canaux verticaux, dans une vaste cheminée renfermant un foyer à coke, et terminée au-dessus du toit par de larges plaques de zinc percées de trous. — Ce mode de chauffage présente moins d'inconvénients qu'à la Chambre des pairs, parce que le chemin parcouru par l'air chaud est plus court ; mais le mode de renouvellement de l'air est bien moins convenable. L'air chaud en sortant des bouches s'élève rapidement au plafond, et les couches d'air descendent progressivement, en se refroidissant, jusqu'au niveau des orifices de départ ; alors, comme les gradins sont très-inclinés, le renouvellement de l'air à leur surface n'a lieu que par des doubles courants, et la température de l'air est plus élevée à la partie supérieure qu'à la partie inférieure. — A la Chambre des députés, l'air extérieur parcourt des caves d'un très-grand développement avant d'arriver dans les calorifères ; cette circonstance est favorable à l'économie du combustible en hiver et fournit de l'air frais pour la ventilation d'été.

» Le palais d'Orsay, aussi vaste que celui de la Chambre des pairs, renferme des pièces dont le volume total est d'environ 60,000 mètres cubes. Ce palais est chauffé par un

appareil à eau chaude construit par M. Léon Duvoir. L'entrepreneur s'est engagé à maintenir dans les pièces une température de 15° moyennant une somme de 30 francs par jour de chauffage.»

Nous avons tiré ces descriptions de l'ouvrage de M. Pecclet.

« Pour les grandes surfaces, ajoute ce savant, je regarde le chauffage à l'eau chaude par des circuits partiels, ou par des poêles isolés, chauffés séparément par la vapeur, comme préférable au chauffage à l'eau chaude par une circulation générale ; les joints seraient plus faciles à maintenir, et les fuites auraient des inconvénients beaucoup moins graves.»

Nous ne saurions mieux terminer ce chapitre qu'en citant les propres paroles de M. Pecclet, et, par la même raison, nous commencerons le chapitre suivant par une citation de son ouvrage sur la chaleur. Le jugement d'un homme tel que lui ne peut que donner confiance en ce que nous pourrions avancer sur le choix des différents genres d'appareils et de constructions calorifiques.

« Quant au calorifère à air chaud, de quelque nature que soit l'appareil, dès que l'air chaud a un long trajet à parcourir pour se rendre dans le lieu qui doit être échauffé, ce mode de chauffage occasionne une perte très-grande de combustible, à cause du refroidissement de l'air dans les tuyaux de conduite ; cette perte est énorme quand les tuyaux sont placés dans le sol, et très-grande même quand ces tuyaux sont isolés et entourés de matières peu conductrices. C'est un fait bien constaté par l'expérience, et qui résulte de ce que l'air n'a plus qu'une faible chaleur

spécifique, qu'on ne peut jamais lui imprimer une grande vitesse, et par conséquent que les tuyaux de conduite doivent avoir une très-grande section et de très-grandes surfaces de refroidissement.

» Ainsi, le chauffage des pièces par l'air chauffé dans les calorifères, ne peut être avantageux qu'autant que l'air chaud n'a pas un grand trajet à parcourir. Les calorifères à eau chaude sont compliqués, plus chers; mais ils exigent moins de surveillance et donnent des effets plus constants.

» Si le foyer ne peut être placé qu'à une grande distance des pièces, il faut transmettre la chaleur par les corps qui, sous le même volume, renferment le plus de chaleur, et auxquels on puisse imprimer une plus grande vitesse, afin de pouvoir les faire circuler dans des canaux ayant une petite section, qui, alors, dans toute leur étendue, ne transmettent qu'une petite quantité de chaleur. On ne peut alors employer que la vapeur et l'eau; et la vapeur est plus avantageuse parce qu'on peut donner aux tuyaux de conduite une moindre section, et les contourner sans que les sinuosités s'opposent au mouvement de la vapeur.»

### ARTICLE III. — *Thermosiphon.*

Histoire du thermosiphon (\*).

L'histoire du calorifère appliqué à la circulation de l'eau chaude remonte aux temps des Romains. On voit par leurs usages que si les foyers que nous avons nommés che-

(\*) Θερμος, chaud; Σιφων, conduit, tuyau. — Conducteur de la chaleur.

minées n'étaient guère employés que pour les cuisines, l'art de distribuer la chaleur artificielle au moyen de l'eau chaude leur était connu, ils l'appliquaient aux thermes, aux étuves; ainsi les thermes de Caracalla, de Dioclétien, ceux de Titus dont parle Vitruve, offraient des appareils destinés à conduire l'eau chaude dans les réservoirs; ainsi on lit dans un ouvrage de Sénèque sur les recherches physiques (*Naturalium quæstionum* tit. III): «... On fabri-» que tous les jours des serpentins, des cylindres et des» vases de diverses formes, dans l'intérieur desquels on» ajuste des tuyaux de cuivre fort minces, formant plusieurs» contours en pente, à l'aide desquels l'eau se repliant plu-» sieurs fois autour du feu, parcourt assez d'espace pour» s'échauffer au passage. Elle y était entrée froide, elle en» sort brûlante... et l'évaporation ne lui ôte pas sa chaleur» parce qu'elle coule enfermée...»

Malgré toutes les recherches faites, il ne reste que des indices vagues et incertains sur les expédients employés pour échauffer et faire arriver l'eau qui, dans les bains de Caracalla par exemple, devait servir durant environ 16 heures à l'usage d'un peuple immense pour lequel l'usage du bain était devenu une passion. Il est à présumer que les Romains n'employaient à cet effet que des moyens mécaniques et que le moyen de circulation de l'eau revenant au foyer ne leur était pas connu. Nous ne devons donc retrouver dans ces appareils aucun principe du thermosiphon. Aussi ce moyen de chauffage, dont on se doutait depuis longtemps, ne reçut d'application raisonnée qu'à une époque avancée du dernier siècle.

Bonnemaiu, en 1777, fit connaître à l'Académie des scien-

ces les principes du chauffage par la circulation de l'eau qu'il venait d'appliquer utilement à l'incubation. Depuis il s'est toujours efforcé par des recherches, d'autant plus difficiles qu'il n'était pas dans une situation heureuse, de perfectionner son système. Il trouva des moyens aussi simples qu'ingénieux de régulariser le degré de température. Dans un âge fort avancé et sans qu'il jouit d'un meilleur sort il s'occupait encore d'améliorer ses divers procédés. Ce fut seulement dans les derniers instants de sa longue carrière que cet ingénieur inventeur d'un procédé progressivement perfectionné depuis lui, obtint enfin, grâce aux soins d'un de nos économistes habiles, un soulagement à sa laborieuse et patiente misère. — Il était d'autant plus cruel d'enlever l'honneur de son invention au savant Bonnemain que chaque résultat heureux qu'il obtenait était le seul fruit qu'il en retirait, et l'unique consolation de sa vieillesse. Cependant l'on vit en 1818 le marquis de Chabannes prendre en Angleterre des brevets pour un procédé de chauffage dont toutes les difficultés avaient été aplanies par les idées de Bonnemain et de quelques auteurs qui, depuis 1521, avaient perfectionné la ventilation, et la construction des appareils à air chaud. On vit aussi en 1822 MM. Bacon et Atkinson produire à Londres et propager comme inventé par eux un appareil de chauffage, qui n'était qu'une modification du procédé indiqué par Chabannes.

En 1825 on publia à Paris la traduction de Tredgold, *Principes sur l'art de chauffer et d'aérer les édifices*; puis MM. Perkins à Londres en 1837 perfectionnèrent avec beaucoup plus de soin et de bonheur que leurs prédécesseurs, les appareils à eau chaude. Dans la même

année, M. Charles Hood publia à Londres un traité pratique sur le chauffage des habitations par l'eau chaude, ouvrage lucide et exact auquel nous avons souvent fait des emprunts dans le cours de cet ouvrage. Nous citerons encore le *Popular treatise on the warming, etc.*, de Richardson qui parut en même temps. A cette époque le thermosiphon, abandonné depuis quelque temps en France, reprit faveur; et grâce à l'impulsion de praticiens habiles tels que M. Grison, jardinier en chef du potager du roi à Versailles, son frère, jardinier du baron S. Rothschild à Suresne, et MM. Léon et René Duvoir, fabricants de calorifères, les appareils que nous possédons aujourd'hui sont bien supérieurs sous tous les rapports à ceux qui étaient connus avant eux.

L'appareil à eau chaude, d'une utile application en France avant les améliorations apportées par ces Messieurs, et qui est presque le seul encore en usage en Belgique, est représenté, fig. 36.

A, foyers et grille; b cloche en cuivre à double parois contenant l'eau introduite par le tube c; — d cloison en fonte pour forcer les produits de la combustion, à parcourir plus d'espace; ils passent ensuite sur la chaudière qu'ils enveloppent et ressortent en e; — f sont les tuyaux contenant l'eau en circulation; — g la maçonnerie en brique.

#### Avantages du thermosiphon.

« Le chauffage intérieur à l'eau chaude à basse pression (\*) est préférable au chauffage à la vapeur, parce que

(\*) Quand on ne chauffe pas l'eau à plus de 100 degrés, le système

les appareils à eau chaude sont beaucoup plus simples, plus faciles à diriger, qu'ils n'exigent point d'appareils d'alimentation, de nettoyage des chaudières, qu'ils s'altèrent moins par l'usage; enfin, parce que la grande masse d'eau qu'ils renferment, produit une grande régularité dans le chauffage, malgré les plus grandes irrégularités dans l'alimentation du foyer, et que le chauffage se prolonge long-temps après l'extinction du feu.»—(Pecllet, TRAITÉ DE LA CHALEUR.)

Ce mode de chauffage est analogue au précédent, il a lieu par la circulation de l'eau qui, comme l'air, conduit mal la chaleur, mais peut lui servir de véhicule par sa mobilité.

L'air échauffé au contact des tuyaux du calorifère ne peut guère être porté au delà de 12 mètres du calorifère; l'eau circule dans les tubes du thermosiphon à une distance très-longue.

Les calorifères d'eau, ou thermosiphons, sont incontestablement préférables pour le chauffage des serres et pour tous les lieux où il importe beaucoup d'obtenir aisément une température douce et très-régulière. On conçoit que

est à basse pression, c'est-à-dire à celle du poids de l'atmosphère. Dans ce cas, le vase, ou chaudière et les tuyaux ont des tubes d'expansion non fermés.

Pour chauffer à haute pression, c'est-à-dire à plus de 100 degrés, le vase et les tubes doivent être fermés hermétiquement et offrir une très-grande résistance, afin qu'il n'y ait point explosion de l'eau dont la force d'expansion serait comprimée. Le système de M. Perkins, que nous exposerons plus loin, est à haute pression, c'est-à-dire à une pression supérieure au poids de l'atmosphère qui est, comme on sait, d'environ 1 kilogramme pour 1 centimètre carré.

la grande capacité de l'eau, qui est environ 3,000 fois plus grande pour le calorique que celle de l'air, présente les meilleures garanties à cet égard; c'est au point que, quand la quantité d'eau employée est assez grande, on peut cesser de faire du feu dans un tel calorifère, pendant 8 ou 10 heures, sans que la température d'une serre s'abaisse dans une proportion trop grande pour être nuisible, tandis qu'avec un poêle ordinaire une égale interruption pourrait, toutes choses égales d'ailleurs, laisser réduire de 15 ou 20° la température intérieure et geler les plantes. On conçoit donc tout l'intérêt qu'on attache à se mettre à l'abri des négligences en adoptant l'usage des thermosiphons, qui se répandent aujourd'hui généralement chez les horticulteurs en France, en Angleterre, en Belgique, et même en Italie.

On a dit que ce genre de calorifère ne pouvait être employé aussi utilement que les calorifères à air, lorsqu'il s'agit de produire de grandes masses d'air chaud. En effet, le passage de la chaleur au travers des surfaces métalliques est en raison de la différence de température et de la quantité de surfaces chauffantes: or, ici, la température de l'eau (sans pression) dans les tuyaux doit être toujours au-dessous de 100° dans les points même où elle est le plus échauffée, et moindre encore dans tous les autres, tandis que la température des conduits chauffés directement par les produits de la combustion dans les calorifères à air, peut être beaucoup plus élevée.

Mais, depuis que cette opinion a été émise, on a vu construire le calorifère d'eau du Palais du quai d'Orsay, destiné au Conseil d'État et à la Cour des comptes. Ce ca-

lorifère, dont le foyer est dans une cave, envoie de toutes parts ses tubes porter l'eau nécessaire pour échauffer tous les appartements des premier et second étages donnant sur le quai. Ces tuyaux ont un parcours de plus de 300 mètres dans des salles qu'ils échauffent en une heure de temps à 20 degrés. La difficulté est donc vaincue, et l'on ne peut plus dire que le thermosiphon ne peut s'adapter à de grands locaux.

Nous citerons, dans cet ouvrage, d'autres exemples aussi concluants.

On a avancé l'opinion que la vapeur devrait être adoptée de préférence. Il est vrai que la vapeur circulera plus rapidement et que l'on pourra obtenir de la chaleur pour ainsi dire instantanée et beaucoup plus promptement que ne le ferait l'eau circulant dans les tuyaux, puisqu'il faut attendre que l'action moléculaire soit établie pour obtenir la circulation; mais si l'on compare les résultats de ces deux fluides, l'avantage sera en faveur de l'eau: le raisonnement va nous le prouver. — La chaleur spécifique de la vapeur non condensée, comparée à celle de l'eau est comme 8470 est à 1. En estimant la chaleur latente de la vapeur et réduisant la température de la vapeur et de l'eau à 15 deg., on trouvera qu'à volume égal la proportionnelle sera de 1 à 228, c'est-à-dire que l'eau répandra 228 fois autant de chaleur que la vapeur. Ainsi un volume quelconque de vapeur perdra autant de chaleur en une minute que le même volume d'eau en trois heures trois quarts.

#### Inconvénients du thermosiphon.

Après avoir énuméré les divers avantages du thermosiphon, nous ne dissimulerons pas les inconvénients que son emploi pourrait offrir, mais nous tâcherons aussi de réfuter ceux qu'on lui a attribués à tort.

Les appareils de chauffage à eau chaude exigent de plus grandes surfaces de chauffe (\*) que les poêles et les calorifères à vapeur ou à air chaud; les tuyaux de conduite sont d'un plus grand poids, et chargent davantage les planchers; les fuites peuvent aussi occasionner des dégâts.

Mais leur construction est moins compliquée; ils n'exigent pas plus de surveillance que des poêles ordinaires, et ils conservent leur chaleur bien plus long-temps.

La circulation de la fumée sur les surfaces de la chaudière a, malgré la précaution que l'on prend ordinairement de ménager des regards à tampons mobiles pour le curage de la suie, le très-grand inconvénient d'occasionner au bout d'un certain temps, une espèce d'enduit huileux et comme bitumineux qui tapisse la surface de la chaudière, y tient opiniâtrément, et s'oppose par sa nature charbonneuse à la transmission de la chaleur, en même temps qu'il contribue à la plus prompte détérioration du métal.

(\*) La *surface de chauffe* (quand il s'agit d'une chaudière ou des tuyaux d'un calorifère à air) consiste dans tout ce qui est exposé au foyer et qui peut s'échauffer par l'effet de la combustion. Quand il s'agit d'un thermosiphon on a au foyer des surfaces de chauffe intérieures pour s'emparer de la chaleur au profit de l'eau, et on a aussi les surfaces de chauffe présentées par les tuyaux de conduite de l'eau qui sont placés dans les lieux à échauffer. Celles-ci sont des *surfaces de chauffe* en sens inverse des premières.