



Le nouveau Traité
des Serres
TRAITE
CHAUFFAGE DES SERRES

PAR MATHIAS
TRAITÉ

1844
TRAITE A DE MATHIAS
CHAUFFAGE DES SERRES

PARIS
LIBRAIRIE JUBILEE DE LA MASON ROYALE



PARIS. — TYPOGRAPHIE DE J. BEST
Rue Saint-Maur-Saint-Germain, 15.



TRAITÉ
DU
CHAUFFAGE DES SERRES

PAR RAFARIN.

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE
RUE JACOB, 26.



TRAITÉ

CHAUFFAGE DES SERRES

PAR H. FABRY

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE
100, RUE DE LA HARPE

TRAITÉ

DU

CHAUFFAGE DES SERRES

CHAPITRE PREMIER.

ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

SECTION I. — Chaleur.

Lorsqu'on s'approche d'une cheminée où se trouvent des corps en combustion, ou bien lorsque l'on s'expose aux rayons du soleil, on éprouve une sensation particulière à laquelle on a donné le nom de *chaleur*. Cette sensation est le résultat des mouvements vibratoires produits par les molécules des corps et par un fluide éminemment élastique, qu'on suppose répandu dans l'univers entier, et qui reçoit le nom d'*éther*. Selon leur nombre et leur intensité, les vibrations de l'éther



produisent les divers effets que l'on appelle des phénomènes calorifiques, c'est-à-dire des changements dans le volume ou dans l'état des corps.

SECTION II. — Température.

En supposant tous les corps placés dans les mêmes circonstances, leur volume augmente quand il fait plus chaud, il diminue quand il fait plus froid; dans le premier cas la température s'élève, dans le second cas elle s'abaisse : un degré de température est la centième partie de l'accroissement apparent que présente le volume du mercure placé dans un tube de verre lorsqu'on le retire de la glace fondante pour le plonger dans de l'eau bouillante.

La chaleur est à la vie ce que l'air est à la respiration; elle pénètre, dilate, chauffe les corps, les fait changer de forme et d'état, épanouit les organes; en un mot, elle anime tout, et sans elle la vie s'éteindrait à l'instant même. La trop grande élévation de la chaleur serait tout aussi nuisible que son extrême abaissement; elle réduirait les liquides en vapeur, irriterait, enflammerait et désorganiserait les tissus vivants. Les corps placés dans le voisinage les uns des autres tendent également à se mettre en équilibre de température; les corps plus chauds communiquent leur chaleur aux corps plus froids, en perdant la quantité de chaleur qu'ils transmettent.

SECTION III. — Thermomètres.

On donne ce nom à des instruments destinés à indiquer les températures. On les construit le plus souvent avec du mercure ou de l'alcool; l'invention de ces instruments date de la fin du seizième siècle; on l'attribue à Galilée, physicien italien. Les physiciens préfèrent les thermomètres à mercure, parce qu'ils indiquent un plus grand nombre des températures dans lesquelles nous sommes habituellement placés. En voici la description : une petite boule de verre est soudée à un tube de verre calibré, ouvert à son extrémité; on remplit la boule de mercure; on ferme alors à la lampe le bout du tube, après en avoir enlevé tout l'air qu'il pouvait contenir; on plonge la boule dans l'eau bouillante; le mercure monte à un point fixe, qu'on nomme point d'ébullition, et qu'on marque d'un trait; on la plonge ensuite dans la glace fondante; le mercure baisse jusqu'à un autre point où il demeure stationnaire, et qui reçoit le nom de point de congélation. On divise ensuite l'intervalle qui sépare ces deux points en 100 parties égales, pour l'échelle centigrade (c'est l'échelle employée généralement aujourd'hui), et en 80 seulement pour celle de Réaumur.

L'emploi du thermomètre est indispensable dans le chauffage des serres : aussi doit-on avoir plusieurs thermomètres dans chaque serre, un à chaque extrémité, et un troisième au milieu et placé sur le sol où sont les plantes; en prenant la moyenne de ces trois points, on aura le véritable degré de chaleur de la serre. Cette méthode est bien préférable



à celle des personnes qui se contentent d'un seul thermomètre et qui encore, le plus souvent, l'accrochent au-dessus ou à côté de l'appareil de chauffage, ce qui leur donne l'idée la plus fautive de la température de la serre dans les parties éloignées du foyer.

SECTION IV. — Thermométrographes.

Lorsqu'on veut savoir le degré le plus bas ou le plus élevé que la température a atteint dans un temps déterminé pendant lequel l'observateur était absent, on a recours aux thermométrographes, instruments qui conservent la trace des températures extrêmes auxquelles ils parviennent. Le curseur supérieur, appelé *maximum*, indique le point le plus élevé, et le curseur inférieur, appelé *minimum*, indique le point le plus bas qu'a atteint la température. Ces instruments doivent être placés de manière à ne recevoir aucune secousse pendant qu'ils fonctionnent.

SECTION V. — Propagation de la Chaleur.

La chaleur, ou *calorique*, se propage à distance, avec une vitesse instantanée, à travers l'air et à travers le vide. La ligne droite, qui joint un point d'un corps échauffant à un point d'un corps échauffé, s'appelle un rayon de chaleur. On a donné le nom de *rayonnement du calorique* à ce



mode de propagation, et on a réservé le nom de *conductibilité des corps pour le calorique* à la faculté qu'ont les corps de communiquer de proche en proche leur chaleur aux corps avec lesquels ils sont en contact.

I. — Rayonnement du calorique.

C'est par rayonnement que le calorique du soleil arrive à la terre dont il rend le sol productif; c'est par rayonnement qu'un foyer nous échauffe à travers les couches d'air qui nous séparent de lui; c'est par rayonnement que s'établit l'équilibre des températures des corps inégalement chauffés.

Le pouvoir rayonnant est le même pour deux corps dont les surfaces sont de même couleur et également polies, mais il diffère lorsque ces surfaces sont différentes. Il est plus grand dans un corps dont la surface est terne que dans ce même corps lorsque sa surface est brillante. C'est cette propriété surtout du pouvoir rayonnant qui se trouve utilisée avec avantage dans le chauffage des serres; car lorsqu'il sera nécessaire de faire traverser aux tuyaux et conduits de chaleur un espace où le calorique ne sera d'aucune utilité, on devra leur donner une surface polie et luisante, afin d'empêcher la déperdition de la chaleur par rayonnement; au contraire, lorsqu'on voudra leur faire développer le plus de chaleur possible, on devra les enduire d'une couche de noir de fumée, dont le pouvoir rayonnant est huit fois plus grand que celui d'une lame de cuivre poli.



Le pouvoir rayonnant et le pouvoir absorbant suivent la même loi, c'est-à-dire que les corps qui rayonnent le plus facilement la chaleur sont ceux aussi qui l'absorbent le mieux.

II. — Réflexion du calorique.

Il ne faut pas confondre le pouvoir rayonnant des corps pour la chaleur avec la propriété qu'ils possèdent de renvoyer une partie du calorique qu'ils reçoivent; cette dernière propriété s'appelle *pouvoir réfléchissant des corps pour la chaleur*. Le pouvoir réfléchissant est en raison inverse du pouvoir absorbant et du pouvoir rayonnant; les corps dont les surfaces sont les plus polies sont ceux qui réfléchissent le mieux la chaleur. Les métaux polis sont de tous les corps ceux qui ont le plus grand pouvoir réfléchissant.

III. — Conductibilité des corps pour le calorique.

Lorsque des corps sont échauffés dans quelques points, on observe que, chez les uns, la chaleur se transmet en très-peu de temps jusqu'à des points très-éloignés, tandis que chez les autres on éprouve à peine, dans le même temps, une élévation de température sensible à une très-faible distance de la partie chauffée. Cet effet est dû à l'inégalité de conductibilité que présentent ces différents corps. Les métaux les plus denses transmettent beaucoup mieux la chaleur que les autres corps; ils présentent d'ailleurs entre eux des différences considérables. Voici, pour les différentes sub-



stances employées dans le chauffage, les nombres proportionnels à la faculté conductrice de la chaleur dont chacun d'eux est doué :

Cuivre.....	1800
Fonte.....	750
Zinc.....	700
Étain.....	600
Terre à fourneau.....	22
Brique.....	22
Sable et sciure de bois.....	3
Poussière de charbon de bois.....	2

Les derniers corps de ce tableau sont dits *mauvais conducteurs* de la chaleur; les premiers sont dits *bons conducteurs*.

Les bons conducteurs serviront à transmettre la chaleur, tandis que les mauvais seront des obstacles qu'on lui opposera pour l'empêcher de s'échapper. Partout où l'on n'aura pas besoin de répandre la chaleur, on devra garnir les tuyaux ou conduits de matières peu conductrices, par exemple, lorsqu'il s'agira de leur faire franchir les intervalles qui séparent les serres les unes des autres.

SECTION VI. — Calories.

On donne le nom de *calorie* à la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré du thermomètre centigrade un gramme d'eau prise à zéro. C'est l'unité des mesures pour la chaleur.

**SECTION VII. — Refroidissement.**

Lorsqu'un corps fluide ou gazeux a atteint le maximum d'échauffement possible, il subit aussitôt l'effet du refroidissement, dont les lois ont été établies par des travaux très-déliés de nos plus illustres physiciens.

Il s'échappe constamment de l'intérieur d'une serre, par les intervalles des vitres, les ouvertures des portes et à travers les constructions dont les matériaux sont plus ou moins bons conducteurs, une certaine quantité d'air chaud qui se trouve remplacée par une pareille quantité d'air froid. Il est nécessaire de réparer constamment cette déperdition de chaleur et d'y obvier. A cet effet, on construit des murs au milieu desquels on laisse un vide que l'on remplit avec des corps mauvais conducteurs, ou avec de l'air qui, lorsqu'il est confiné, est un des plus mauvais conducteurs connus. On emploie, en les plaçant à deux centimètres de distance l'un de l'autre, des vitraux doubles qui empêchent le mouvement de l'air renfermé entre eux; on enfonce un peu les serres dans la terre, afin de les protéger, au moins dans une partie de leur hauteur, contre le refroidissement par rayonnement; mais tout cela n'empêche pas la perte d'être encore énorme. Un physicien célèbre, M. Pécelet, a calculé que la perte de chaleur est de 110 unités de chaleur en une heure par mètre carré. Or, un kilogramme de houille donnant en brûlant 7 600 unités de chaleur, sa totalité serait presque nécessaire pour réparer la perte éprouvée par une serre ayant 69 mètres carrés de surface vitrée, en admettant que

la température intérieure fût de 10 degrés centigrades et celle de l'extérieur de zéro, la déperdition par les murs n'étant pas comptée.

Ces évaluations approximatives sont subordonnées à diverses causes, à la température moyenne du climat dans lequel les serres sont établies, à l'exposition dans laquelle elles sont placées, et à beaucoup d'autres conditions générales ou locales que l'expérience et la pratique indiqueront plus que la théorie.

SECTION VIII. — Dilatation des Corps.

Tous les corps, tant qu'ils ne passent point d'un état à l'autre, augmentent de volume sous l'influence de l'accroissement de la température. On donne à cette propriété le nom de *dilatation*, et à l'effet opposé qu'ils subissent lorsque a lieu le refroidissement, le nom de *contraction*.

Les corps solides se dilatent, en général, moins que les liquides; mais encore doit-on avoir égard à leur dilatation lorsque l'on pose les tuyaux ou conduits, en laissant à l'extrémité de chaque ligne quelques centimètres d'espace libre pour faciliter leur jeu; sans cette précaution, il pourrait arriver que les tuyaux se disjoignent aux points de soudure, ce qui occasionnerait des dégâts plus ou moins considérables. Un mètre de cuivre s'allonge d'environ 2 millimètres pour 100 degrés d'accroissement dans sa température; sa longueur diminue dans la même proportion quand la tempéra-



ture s'abaisse. La fonte et le fer s'allongent ou diminuent de $1^{mm}.2$ également pour 100 degrés de changement dans leur température.

L'eau se dilate avec beaucoup plus de force; elle augmente de la vingt-deuxième partie de son volume en passant de zéro à 100 degrés : aussi, dans le chauffage par le thermosiphon, devra-t-on placer de distance en distance des tubes d'expansion dont il sera parlé plus loin. Mais l'eau, en passant à l'état de vapeur, subit une augmentation de volume bien supérieure à la puissance de dilatation dont elle jouit à l'état liquide; un centimètre cube d'eau fournit de la vapeur qui occupe un volume de 1 600 centimètres cubes. C'est à cette énorme augmentation de volume que la vapeur doit d'être devenue une force motrice universellement employée.

SECTION IX. — Air atmosphérique.

L'air atmosphérique est une substance matérielle, fluide, pesante, élastique, par conséquent compressible et dilatable, transparente, invisible, sans couleur, sans odeur ni saveur, mais perceptible par le tact lorsqu'elle est agitée. L'air est composé de deux corps simples, l'azote et l'oxygène, ainsi que d'une très-petite quantité d'acide carbonique et d'une proportion variable de vapeur d'eau. L'azote, qui entre pour 79 parties sur 100 dans sa composition, est impropre à la combustion et à l'entretien de la vie des animaux : aussi les



chimistes lui donnent le nom d'*azote*, qui, en grec, signifie *corps qui n'entretient pas la vie*. L'oxygène, qui entre pour 21 parties dans l'air atmosphérique, se trouve mêlé à l'azote; il est comburant; c'est le gaz indispensable à la vie de tous les minéraux et de tous les végétaux.

Les plantes qui couvrent la surface du globe ne se nourrissent pas seulement par leurs racines de l'humus qu'elles puisent dans la terre et des engrais qu'on y ajoute, on croit qu'elles vivent encore par les fluides divers répandus dans l'air, qu'elles absorbent à l'aide de leurs feuilles: toute plante privée d'air ne tarde pas à mourir. Il est donc indispensable que les serres soient construites de telle manière que les plantes y soient sans cesse baignées d'air atmosphérique, et que cet air soit fréquemment renouvelé; on y arrive par la ventilation proprement dite, car la quantité d'air qui s'y introduit par les interstices des vitres est en proportion beaucoup trop faible, surtout en hiver, quand les toitures des serres sont abritées par des toiles ou d'épais paillassons. Il faut donc ménager des ouvertures par lesquelles l'air pourra se renouveler sans refroidir l'atmosphère intérieure, et même lorsque la serre est complètement fermée. On y parvient en faisant passer l'air par une voie établie dans le foyer même de l'appareil de chauffage; cet air chaud chasse celui qui a séjourné assez longtemps dans la serre, et le force à s'échapper par des ouvertures ménagées tout exprès en regard des bouches qui amènent cet air chaud. Il s'opère par là une circulation qui enlève les miasmes et les exhalaisons de toute espèce, non moins nuisibles aux végétaux qu'aux hommes chargés de les soi-



gner. On sait, effectivement, que les plantes transpirent en général beaucoup plus que l'homme, et que, pas plus que ce dernier, elles ne peuvent rester impunément immergées dans ces résidus volatils abandonnés par la vie.

CHAPITRE II.

DES COMBUSTIBLES.

Sous le nom de combustibles, on désigne tous les corps susceptibles d'entretenir la combustion, c'est-à-dire la combinaison d'un corps avec l'oxygène. Dans toutes les combinaisons, en général, il y a dégagement de chaleur et souvent de lumière. Cette lumière, d'abord rougeâtre, devient plus brillante à mesure que la température croît; elle passe du rouge sombre au rouge cerise, au rouge vif, au rouge clair, et enfin elle paraît blanche lorsque la température est très-élevée. C'est l'air qui fournit l'oxygène nécessaire à la combustion: aussi peut-on activer ou ralentir la combustion en augmentant ou en diminuant le courant d'air qui traverse le foyer où elle s'opère. Les principaux combustibles employés au chauffage sont: la houille, le bois, la tourbe, et les charbons qu'on en extrait.

SECTION I. — Houille.

La houille est un corps noir, solide, qui subit diverses décompositions selon sa nature et selon la chaleur à laquelle on l'expose. Plusieurs espèces de houille sont livrées par le com-



merce aux consommateurs : 1° La *houille maréchale*, brillante, d'un beau noir, fragile, schisteuse, éminemment collante au feu; 2° la *houille de grille* (Charleroy), plus dure, homogène, produisant peu de fumée; 3° l'*anthracite*, brûlant presque sans faire de fumée, salissant fort peu les galeries.

La première est bien, quant à la production du calorique, le meilleur des combustibles; mais, en brûlant, elle s'agglutine aux grilles et aux parois des appareils; et, par là, empêche l'air de traverser librement le foyer. Sa fumée, très-noire, contient un principe gras qui s'attache au fond des chaudières et aux parois des galeries, et qu'il est difficile de détacher. Elle produit, par kilogramme, 7 600 calories ou unités de calorique. La seconde, qui reçoit plusieurs dénominations suivant les localités où elle est extraite, ne donne que 7 200 unités de calorique; mais elle est exempte des défauts de la première, ce qui lui fait donner la préférence pour le chauffage des serres. La troisième, malheureusement, est peu répandue, parce que les gisements n'en sont pas considérables. Elle produit 7 800 unités de chaleur, dégage peu de gaz et de fumée, brûle très-bien dans de petits appareils, et ne salit pas plus les conduits que le bois.

Coke.

Le coke est le résidu que laisse l'enlèvement imparfait des parties volatiles contenues dans la houille; il se consume sans flamme et presque sans fumée, s'éteignant s'il n'est réuni en masse dans le foyer; il en est de même d'un charbon connu sous le nom de charbon de Paris, dont la préparation et la manipulation sont la propriété de l'inventeur.

SECTION II. — Bois.

Le bois est composé d'eau que les végétaux puisent dans la terre, et de carbone répandu dans l'atmosphère à l'état d'acide carbonique. A l'état vivant, le bois contient quatre dixièmes de son poids d'eau et six dixièmes de carbone. Les bois humides, sous le même poids, donnent beaucoup moins de chaleur que les bois secs, parce que l'eau qu'ils renferment n'est point combustible, et que pour être réduite en vapeur, elle absorbe elle-même une grande quantité de la chaleur produite par la combustion.

Les bois secs et pesants sont les meilleurs pour produire beaucoup de chaleur : seulement, leur effet est moins prompt que celui des bois légers et poreux ; mais leur chaleur dure plus longtemps. Le but à atteindre et la forme des appareils devront diriger le consommateur dans son choix.

Charbon de bois.

Le charbon de bois, comme le coke, est le résidu de la soustraction de divers gaz contenus dans le combustible brut ; il brûle sans fumée, mais dégage en brûlant une si grande quantité d'acide carbonique qu'il asphyxie les hommes et les plantes si l'air n'est pas renouvelé dans la pièce où s'opère la combustion. Il est, du reste, peu employé pour le chauffage, et surtout pour le chauffage des serres, quoiqu'il ait une forte puissance calorifique.

SECTION III. — Tourbe.

La tourbe est, dans quelques contrées, employée au chauffage; mais comme elle ne se rencontre qu'accidentellement, son emploi est fort restreint. On la trouve tantôt compacte et pesante, tantôt légère et spongieuse. Cette dernière espèce s'enflamme rapidement et se consume de même; c'est la moins estimée, attendu qu'elle n'a qu'une faible puissance calorifique. La tourbe répand, en général, une odeur désagréable en brûlant. On a essayé, en Alsace, de carboniser la tourbe, qui a acquis par là une forte puissance calorifique.

Quand on brûle un kilogramme des divers combustibles dont nous venons de parler, on n'obtient pas les mêmes nombres de calories pour toutes les espèces. Le tableau ci-après indique la puissance calorifique, le prix du combustible et le nombre de kilogrammes d'eau prise à zéro et portée à l'ébullition pour une dépense de 1 franc.

NOMS des combustibles.	QUANTITÉS.	PRIX.	PUISANCE calorifique d'un kilogr.	NOMBRE DE KIL. D'EAU portée à l'ébullition pour 1 franc.
Houille.....	hectolitre..	4 f. 40	7,500	1099 kil.
Coke.....	hectolitre..	2 85	5,800	690
Bois.....	stère.....	16 »	2,800	535
Charbon de bois.	hectolitre..	4 »	7,000	825

Les prix sont approximatifs, et doivent varier suivant les localités.

CHAPITRE III.

CONSTRUCTION DES APPAREILS.

SECTION I. — Terres, Briques et Poteries.

La terre employée à lier entre elles les constructions en briques doit être de nature à durcir en chauffant, et non à se fendre, ce qui occasionnerait des fuites dont les effets sont à redouter, surtout dans les appareils à air chaud. Les briques doivent être bien cuites et faites avec de la terre réfractaire, surtout lorsqu'on les destine à la construction du foyer. Les briques dites *briques de Bourgogne* sont reconnues comme résistant parfaitement à l'action du feu.

On fabrique, pour conduire la fumée et quelquefois l'air chaud, des tuyaux en poterie dont la grandeur varie et est arbitraire. Ils sont munis à leurs extrémités de rebords qui servent à les joindre les uns aux autres. On lute bien les joints avec de la terre, afin d'éviter les fuites. On soutient ces tuyaux par des briques lorsqu'on les place horizontalement dans une serre; en les inclinant de deux épaisseurs de brique par mètre courant, on obtient une pente suffisante



pour le tirage de la fumée. En général, les briques se placent sous les joints, de façon à les soutenir et à les maintenir immobiles, ce qui est essentiel pour empêcher que le lut de terre se détache ou se fendille.

SECTION II. — Choix des Métaux pour les Appareils.

Le choix des métaux est une chose très-importante et dont dépendent la réussite et la durée des appareils. Ceux qu'on emploie dans le chauffage sont : la tôle de fer, la fonte, le cuivre et le zinc.

I. — Tôle de fer.

La tôle de fer peut être employée à faire, soit des chaudières, soit des tuyaux ou conduits; mais par suite de sa prompte oxydation, même lorsqu'elle est galvanisée ou étamée, et de son peu de valeur lorsqu'elle n'est plus en état de servir, elle n'est guère employée qu'à la confection de certaines cheminées pour lesquelles on se préoccupe surtout des conditions de légèreté et de modicité de prix. Elle résiste assez longtemps dans cet état, si l'on a soin de la couvrir tous les ans d'une couche de peinture faite de minium, de céruse et d'huile de lin. On fabrique à Paris des thermosiphons en fer étamé et étiré, dont quelques personnes, tentées par le bon marché, ont fait l'acquisition; elles ont eu lieu de s'en repentir.

II. — Fonte.

La fonte est de tous les objets métalliques celui qui est le moins cher, eu égard à sa force. Elle peut être employée de toutes les façons, soit pour chaudières, foyers, plaques, soit pour tuyaux destinés à conduire l'air, l'eau, la vapeur et la fumée; mais son grand défaut est son poids considérable, surtout pour tuyaux et chaudières, et la difficulté d'en faire des appareils convenablement coulés, sur un modèle réunissant les formes et les qualités désirables.

III. — Cuivre.

Dans la construction des chaudières et des conduits pour l'eau et la vapeur, le cuivre est, quant à présent, le métal par excellence, parce qu'il s'emploie très-mince, qu'il prend facilement toutes les formes qu'on peut désirer, que les réparations sont faciles à exécuter, enfin parce qu'il conserve, lorsqu'il est hors d'usage, la moitié de sa valeur première; mais son prix est très-élevé, ce qui fait que beaucoup d'horticulteurs commençants reculent devant la dépense, et se résignent à acheter des chaudières de fonte, malgré les qualités supérieures du cuivre.

IV. — Zinc.

Nous ne mentionnons le zinc que pour prémunir contre ses défauts les personnes qui ne le connaîtraient pas. Par sa grande aptitude à se dilater, il se déforme dans tous les



sens, rompt les soudures en étain par ses alternatives d'allongement et de raccourcissement; ensuite, il s'oxyde assez vite, et se perce alors d'une infinité de petits trous.

V. — Étain et Plomb.

L'étain est employé à souder, soit le cuivre, soit le zinc; mais son emploi doit être restreint le plus possible. Sa faculté de se dilater ne s'accordant avec celle d'aucun autre métal, il peut en résulter la rupture des conduits à l'endroit des soudures; de plus, il arrive souvent que les parties de l'appareil rapprochées du foyer, fondent, et l'appareil se trouve ainsi dans l'impossibilité de fonctionner.

Le plomb n'est employé que pour les tuyaux d'alimentation ou d'expansion; il ne pourrait être appliqué à un autre usage, parce que la chaleur le ferait dilater trop fortement; il fond, d'ailleurs, avec une grande facilité.

CHAPITRE IV.

ÉTABLISSEMENT DES APPAREILS.

SECTION I. — Placement des Appareils.

L'air chaud, plus léger que l'air froid, tend sans cesse à s'élever pour être remplacé par une nouvelle couche plus froide. Il y aura donc avantage à placer les conduits le plus bas possible. Quel que soit le genre de chauffage que l'on adopte, on devra, en conséquence, toujours établir l'appareil plus bas que le sol du local que l'on voudra échauffer, surtout s'il s'agit d'appareils munis de ventilateurs. Il y a un grand inconvénient à mettre les appareils dans l'intérieur des serres, ce qui occasionne de la poussière, de la fumée, et enfin une malpropreté facile à éviter en les plaçant en dehors de la serre, dans un cabinet destiné au rempotage et au remisage des outils et ustensiles divers servant à la culture des plantes.

**SECTION II. — Construction des Appareils.**

Tout appareil de chauffage est muni d'un foyer qui se trouve composé de plusieurs parties : 1° le foyer proprement dit; 2° la grille; 3° le cendrier; 4° les galeries; 5° la cheminée; 6° le foyer d'appel. Toutes ces parties ne se trouvent pas toujours réunies, mais elles sont indispensables dans un appareil bien conditionné.

I. — Foyer proprement dit.

Le foyer proprement dit est le lieu où s'opère la combustion et par conséquent le développement de la flamme. Sa grandeur dépend de celle de l'appareil et du local à échauffer; sa forme est presque toujours un rectangle plus ou moins allongé; parfois il est circulaire, mais ce n'est que lorsque l'appareil est à cloche. Sur une des faces du rectangle se trouve la porte, qui doit être à 15 centimètres de distance du lieu où se trouve le combustible en feu; elle est supportée par un châssis qui, comme la porte, doit être en fonte ou en tôle très-forte. On devra adapter parallèlement au dedans de la porte, à 2 ou 3 centimètres de distance, une plaque de fonte ou de tôle, puis on remplira l'intervalle avec de la terre pour empêcher la porte de rougir, ce qui en doublera la durée et évitera la perte du calorique. La hauteur du foyer doit être de 25 à 40 centimètres; si l'espace était trop resserré, la flamme ne pourrait pas se développer, et sortirait immédiatement par l'ouverture de la galerie qui se trouve opposée à la

porte; l'appareil perdrait alors la plus grande partie de son effet. Si, au contraire, l'espace était trop étendu, la flamme filerait, et l'appareil ne recevrait qu'une faible portion de la chaleur développée que l'air enlèverait au préjudice de la chaudière.

II. — Grille.

La grille est absolument nécessaire lorsqu'on veut brûler de la houille; il est même toujours avantageux que le foyer repose sur une grille; l'air froid, arrivant par-dessous, traverse le combustible, y acquiert plus de chaleur que lorsqu'il arrive par-dessus, et on peut brûler toute espèce de combustible; lorsque, au contraire, il n'y a pas de grille, on est forcé

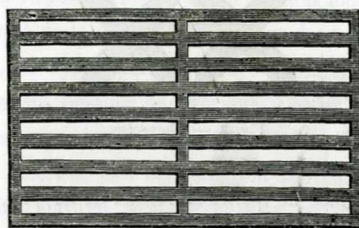


Fig. 1. — Grille (plan).

de ne brûler que du bois. La grille est tantôt formée d'une seule pièce, tantôt de barreaux de fonte ou de fer assemblés



Fig. 2. — Grille (coupe).

sur un châssis. La figure 1 représente une grille d'une seule pièce, en fonte; la figure 2 montre un barreau en fonte, tiré

d'une grille à pièces libres, et qui est beaucoup plus com-
mode, par la facilité qu'elle offre au nettoyage ou au rem-
placement des barreaux, lorsqu'ils sont cassés. De plus, à
cause de leur forme, ces barreaux sont plus solides, résis-
tent mieux à l'action du feu, et laissent passer plus facilement
les cendres et les scories, leur épaisseur diminuant de haut
en bas. On doit incliner les grilles de 2 centimètres vers
le fond du foyer.

Lorsque le foyer sera privé de grille, et que par consé-
quent on brûlera du bois, on se servira, pour élever ce der-
nier, de la chevette, représentée par la figure 3. Cette che-

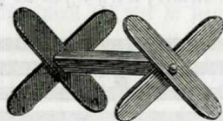


Fig. 3. — Chevette.

vrette est ornée de quatre morceaux de fer plat, placés en
croix, et maintenus écartés par une tringle de fer, rivée
avec eux à ses deux extrémités. Cette chevette roule sur
elle-même, et ne peut jamais être renversée, accident qui
avait lieu lorsqu'on se servait des anciennes chevettes à
pieds. De cette manière, l'air peut toujours arriver sous le
bois, pour en activer la combustion.

III. — Cendrier.

Le cendrier, ainsi que l'indique son nom, sert à recevoir
les cendres ou scories qui tombent de la grille; il est le com-

plément indispensable de cette dernière; il sert de couloir à l'air qui doit traverser le foyer, et dont on règle le courant à l'aide d'une clef ou registre placé à l'ouverture du cendrier ou du passage à air, et que l'on ferme lorsque l'appareil ne fonctionne pas. L'air peut être pris où l'on veut, soit dans la serre, soit au dehors, soit tout simplement dans le cabinet où se trouve l'appareil. Lorsqu'il est pris dans une serre ou au dehors, on l'amène par des tuyaux qui doivent avoir, ainsi que le cendrier, un orifice de moitié plus large que la cheminée.

IV. — Galeries.

Les galeries conduisent à la cheminée la fumée et les gaz qui résultent de la combustion. On leur donne une longueur telle que, en ayant égard au tirage de la cheminée, il se perde le moins possible de calorique. Lorsqu'on se sert de chaudières, on arrive à ce résultat en multipliant les sinuosités des galeries. Ces dernières ont souvent la forme du contour de l'appareil, sauf lorsqu'elles servent à échauffer directement l'air de la serre; alors elles sont construites en tuyaux de poterie ou de fonte. Leur grandeur est arbitraire; mais, malgré cela, il ne faudrait jamais leur donner un calibre moindre que celui de la cheminée. La construction doit en être soignée; il faut qu'elles soient bien unies à l'intérieur, afin de ne pas trop arrêter le cours de la fumée par leurs aspérités. On devra ménager, en face des contours, des ouvertures ou carneaux, afin de pouvoir les nettoyer facilement.

V. — Cheminées.

On donne le nom de cheminée à la partie verticale des tuyaux, qui sert à débarrasser les galeries de la fumée, et à faciliter ce qu'on appelle le tirage; leur longueur, eu égard à leur diamètre, est réglée par la force de l'appareil. Pour un chauffage ordinaire, ce diamètre varie de 12 à 15 centimètres; quant à leur hauteur, elle doit être aussi grande que le permet leur degré de résistance à l'action des vents; de plus, il est bon qu'elles se rétrécissent un peu à leur partie supérieure: Lorsqu'on voudra activer le tirage, on élèvera la cheminée, et l'on réduira un peu l'orifice supérieur pour produire l'effet opposé. On doit toujours adapter une clef aux cheminées, afin de pouvoir régler la rapidité du tirage. Pour éviter le reflux de la fumée occasionné par des coups de vent, on place, au haut de la cheminée, divers appareils plus ou moins compliqués, et dont les figures 4 et 5 donnent le modèle, au moins pour les moins coûteux, c'est-à-dire pour ceux qui sont employés ordinairement avec le plus de succès. Les autres sont des questions de goût et d'ornement; les résultats en sont les mêmes.

L'appareil représenté par la figure 4 est le plus simple de tous; c'est une calotte en tôle, plus large que le tuyau et descendant un peu plus bas, maintenue à l'aide de pattes de fer clouées à leurs deux extrémités. La fumée est obligée de redescendre pour sortir, et lorsque le vent la contrarie elle a toute la largeur du tuyau pour la garantir sur le côté opposé au vent.

La figure 5 est plus compliquée; c'est un cône allongé, plus large que le tuyau, et pivotant sur une tringle de fer placée intérieurement, qui lui permet de se mouvoir et par

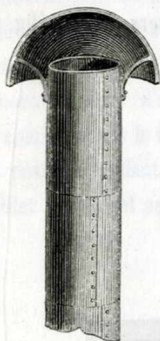


Fig. 4. — Faîte de cheminée en forme de calotte.

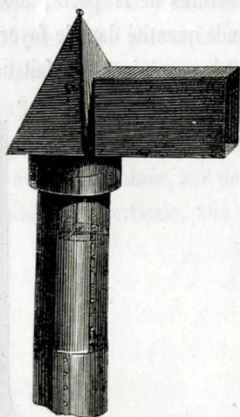


Fig. 5. — Faîte de cheminée conique.

suite de se tourner à l'opposite du vent, offrant sur un côté un prolongement de 8 ou 10 centimètres, terminé par une ouverture servant d'issue à la fumée. On n'a point à redouter les coups de vent avec cet appareil, parce que le moindre souffle le fait tourner.

VI. — Foyer d'appel.

Lorsque les galeries sont employées au chauffage direct d'une serre et qu'elles ont un long trajet à parcourir, couchées le plus souvent sur le sol, les tuyaux ou conduits s'imprègnent d'une grande quantité d'humidité qui se mêle

intérieurement à l'air qu'ils contiennent. Il pourra advenir que, lorsqu'on allumera le feu, la fumée, ne pouvant chasser cet air trop pesant, restera dans le foyer ou sortira par les ouvertures de la porte; alors les gaz, accumulés en trop grande quantité dans le foyer, éteindront le feu. Pour obvier à cet inconvénient, on fait usage de foyers d'appel (fig. 6).

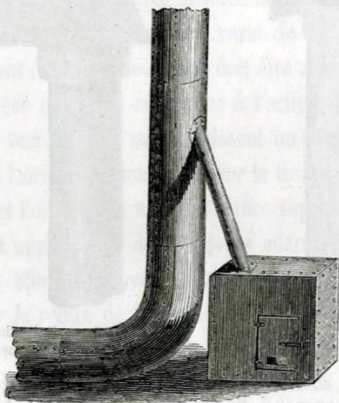


Fig. 6. — Foyer d'appel.

Ces foyers sont placés à l'extrémité des galeries, à la jonction de ces dernières avec la cheminée; ils ont 20 centimètres carrés de section, sont construits en brique ou en tôle, et réunis à la cheminée par un tuyau proportionné à leur grandeur. On y brûlera, avant d'allumer le feu dans le foyer principal, une poignée de copeaux; l'air échauffé s'élèvera dans la cheminée, attirant pour le remplacer celui qui est contenu dans la galerie; il se formera un vide du côté du foyer, et, par

snite, la fumée et l'air chaud ne tarderont pas à y circuler. Le courant une fois établi, le tirage s'opère avec facilité.

Lorsque la longueur des galeries dépassera 12 mètres, il faudra doubler la grandeur du foyer d'appel et y entretenir continuellement du feu. On pourra ainsi faire parcourir à la fumée une distance considérable. On aura soin de donner un diamètre double aux tuyaux toutes les fois que l'on adjoindra un nouveau foyer d'appel; il est essentiel que le tuyau qui fait communiquer le foyer d'appel avec la cheminée, soit dans une position tendant le plus possible à la verticale, afin de faciliter le courant ascendant.

SECTION III. — Tuyaux.

Les tuyaux sont de deux sortes : 1° ceux qui conduisent la fumée à la cheminée; ils viennent d'être décrits; 2° ceux qui servent à conduire l'eau, l'air ou la vapeur. Pour ces derniers, on ne doit employer que la tôle, la fonte et le cuivre; le cuivre sert presque exclusivement pour conduire l'eau et la vapeur; mais la fonte pourrait être utilisée dans ce but, si l'on arrivait à construire des tuyaux minces. Quant à la tôle, elle ne sert que pour faire des conduits d'air chaud. Le diamètre des tuyaux est proportionné aux chaudières, à la grandeur du local, ainsi qu'au degré de chaleur qu'on veut y entretenir.

Le plus ordinairement la forme des tuyaux est cylindrique, quelquefois ils sont méplats; mais alors leur placement est

moins facile et ils ont moins de force. La forme ovale devrait être employée pour les conduits de vapeur, surtout pour le dessous des tuyaux où se trouve l'écoulement du liquide résultant de la condensation des vapeurs.

L'épaisseur des métaux, suivant M. Pécelet, n'a presque pas d'influence sur la quantité de chaleur transmise. On augmentera de beaucoup la conductibilité en faisant renouveler rapidement les liquides qui mouillent les surfaces intérieures des tuyaux; il serait donc avantageux de donner aux tuyaux une très-petite section, qui serait parcourue avec beaucoup plus de rapidité.

Les bouts de tuyaux étant formés de morceaux, ils sont souvent soudés les uns avec les autres; mais on doit avoir des jointures faites de manière à pouvoir disjoindre les pièces si le besoin s'en faisait sentir. On emploie pour ces sortes d'assemblages plusieurs procédés, dont les plus commodes, et par conséquent les plus usités, sont représentés par les figures 7, 8 et 9.

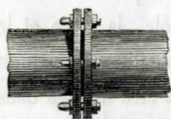


Fig. 7. — Assemblage à écrou (profil).



Fig. 8. — Assemblage à écrou (coupe).

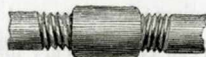


Fig. 9. — Assemblage à manchon.

La figure 7 montre deux tuyaux unis entre eux par des brides de fer serrées avec des écrous. On voit (fig. 8) comment cette jonction s'opère : le bout du tuyau est muni d'un rebord plat; une rondelle de fer, percée de plusieurs trous,

vient s'adapter derrière ce rebord, pour empêcher la vapeur ou l'eau de s'échapper : on place sur le rebord une feuille de plomb de la forme et de la grandeur du rebord, ou une feuille de carton ; pour plus de sûreté, on enduit les deux côtés de cette rondelle de mastic fait avec du minium et de la céruse ; puis on approche les deux tuyaux et l'on visse les écrous de manière à serrer fortement les parties entre elles ; ce moyen est le plus répandu. La figure 9 donne le dessin d'une jonction à vis ou manchon ; les tuyaux sont taraudés à chaque bout et en sens inverse ; il en est de même du manchon qui les unit ensemble. Ce moyen permet de ne point déplacer les tuyaux pour les disjoindre.

M. Marthe, chaudronnier à Paris, a exécuté des brides creuses, qui forment un assemblage très-simple et très-facile à poser, et sont très-peu dispendieuses.

Lorsqu'on veut changer la direction de l'eau dans les tuyaux, on se sert d'une clef formée d'un rond de cuivre, du diamètre intérieur du tuyau, et fixée sur une tige dont une des extrémités pivote sur un petit morceau de cuivre placé intérieurement dans le tuyau, tandis que l'autre sort par l'ouverture d'une petite vis de pression qui empêche le liquide de sortir. On donne à la partie extérieure de la tige la forme d'une poignée, afin de pouvoir tourner à volonté pour fermer ou ouvrir les conduits. Pour changer la direction de la vapeur, il fallait employer un moyen plus précis, car ce fluide saisit le plus petit passage pour s'y élancer : nous avons fait, pour cela, construire les clefs représentées par les figures 10, 11 et 17. Les figures 10 et 17 représentent des clefs simples ; elles servent à changer la di-



rection de la vapeur, qui, arrivant par le tuyau A, figure 10, s'élèverait dans le tuyau C, si elle ne trouvait sur son passage aucun obstacle; car, en vertu de sa légèreté, elle tend toujours à monter. Si donc on voulait la diriger dans le tuyau D, on abaisserait le tampon B à l'aide de la tige

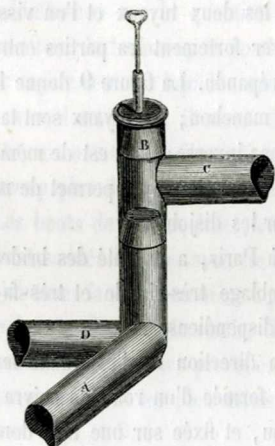


Fig. 10. — Clef simple pour changer la direction de la vapeur.

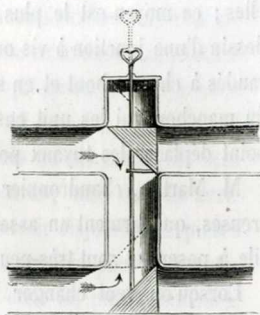


Fig. 11. — Clef double pour changer la direction de la vapeur.

qui sort extérieurement à travers un petit tuyau qui l'empêche de dévier de la verticale. Ce tampon viendrait reposer sur les bords rétrécis du tuyau servant à faire communiquer le tuyau C avec le tuyau A; il intercepterait ainsi le passage de la vapeur qui suivrait la direction du tuyau D. Lorsqu'on voudra chauffer deux tuyaux à la fois et que les tuyaux ne suivront pas la même direction, il faudra adapter une espèce de réservoir formé d'un tuyau dont le diamètre sera double du tuyau ordinaire.

La figure 11 représente une clef double servant à arrêter la circulation dans deux lignes de tuyaux, soit pour l'aller, soit pour le retour; la clef est placée ordinairement dans le premier compartiment; dans l'autre, elle n'est mise qu'accidentellement. Nous supposons qu'il s'agit d'une serre chaude et d'une serre tempérée: la vapeur, trouvant le passage fermé pour suivre une ligne directe, se détourne et revient sur ses pas par l'autre tuyau. Lorsque, au contraire, on veut qu'elle suive toute la longueur des tuyaux, on élève la clef; la vapeur reprend son premier cours pour aller tourner à l'extrémité des tuyaux, puis elle revient. Comme elle pourrait s'élever dans le tuyau de communication, on a soin de bien faire ajuster le bas du tampon qui lui ferme le passage.

Les tampons sont faits avec des morceaux de tuyaux dont la grosseur est juste égale au diamètre intérieur du tuyau à fermer, et dont la longueur dépasse de 2 ou 3 centimètres l'ouverture qu'ils doivent fermer. Une tige traverse le tampon et se trouve rivée au-dessous. Elle est terminée par une poignée qui sert à l'élever ou à l'abaisser. Les tampons de la clef double sont faits avec un tampon ordinaire, scié d'un coin à l'autre. On y adapte une patte pour leur donner plus de solidité.



CHAPITRE V.

CALORIFÈRES.

Le nom de calorifère, pris dans sa généralité, appartient à tous les appareils de chauffage quels qu'ils fussent ; nous réservons ce titre à ceux qui sont destinés, soit à échauffer l'air directement par leurs conduits de fumée, soit à échauffer des masses d'air contenues dans un espace fermé pour les porter, par des conduits, dans les serres, où elles doivent être utilisées.

SECTION I. — Calorifère chauffant par des conduits de fumée.

Quoique ce genre d'appareils soit peu recommandable, et qu'au contraire il y ait beaucoup de défauts à lui reprocher, il est encore employé dans beaucoup de cas. C'est la construction la plus simple qu'il soit possible de faire. Il se compose d'une maçonnerie en briques, formant un rectangle

plus ou moins grand, selon le local à échauffer; sur un des côtés est posée une porte qui fait face à la galerie de fumée, longeant un côté de la serre et allant se joindre à la cheminée. La grande difficulté, dans ce genre de chauffage, est de remédier à l'âpreté de la chaleur en même temps qu'à l'inégalité de sa répartition, et aussi aux fuites qui se renouvellent malgré toutes les précautions. Il est utile de construire ou d'entourer de briques les tuyaux jusqu'à un mètre au moins du foyer, afin de remédier à l'inconvénient des fuites sans nombre occasionnées par la trop grande chaleur qu'ils supportent et qui les fait se briser promptement.

SECTION II. — Calorifère à air chaud.

Plusieurs exemples de chauffage par l'air chaud nous ont fait reconnaître qu'il est facile d'employer les appareils de cette catégorie dans le chauffage des serres. Il y en a un surtout qui nous a paru mériter d'être examiné en détail, et nous nous sommes convaincu que ce qui en avait été dit était vrai, et que, sous tous les rapports, il était très-bien conditionné. Cet appareil fonctionne depuis 1841, sous la direction de son honorable inventeur, M. Delaire, jardinier en chef au jardin des Plantes d'Orléans, auquel l'horticulture est redevable d'un très-bon ouvrage sur les serres, dans lequel il s'efforce de faire ressortir les avantages de la ventilation. Afin que l'amateur et l'horticulteur ne soient point



trompés par la contrefaçon de ses appareils, il en a fondé une fabrique.

Dans ce genre d'appareils, le véhicule de la chaleur est une masse d'air prise au dehors, au moyen d'un grand canal muni d'une trappe dont on règle l'ouverture à l'aide d'une chaîne. Cette masse d'air passe autour d'une grande quantité de tamboars, se dilate pendant toutes ces convolutions, s'imprègne d'une certaine quantité de vapeur en passant au-dessus d'un récipient plein d'eau placé à cet effet dans l'intérieur de l'appareil, puis vient déboucher par de gros tuyaux de tôle munis d'ouvertures à charnière et dont l'orifice peut être ainsi gradué. Comme cet air est dilaté et rendu léger par le calorique, il presse l'air de la serre qui s'échappe par des ouvertures pratiquées au sommet du mur et parallèlement aux ouvertures des tuyaux ou bouches de chaleur. La masse d'air tend à se mettre en équilibre avec celle qui débouche par les ouvertures, ce qui produit une circulation de l'air chaud qui, tout en chauffant la serre, établit un courant ou ventilation artificielle. Ce renouvellement de l'air intérieur a des avantages incontestables. Les appareils de M. Delaire ne sont pas d'un prix élevé, eu égard aux services qu'ils sont appelés à rendre; ce sont, au contraire, des appareils véritablement économiques.

Tout homme doué d'un peu d'intelligence pourra établir l'appareil représenté dans les figures 12 et 13, tant la construction en est simple et facile. Il suffit pour cela d'une cloche de fonte, d'un vase en tôle et de briques. Ce genre de calorifère donne une chaleur plus régulière et plus saine que le fourneau ordinaire, tout en en développant bien davantage.

En A est le foyer reposant sur une grille qui échauffe la cloche B; cette dernière est munie d'un récipient C alimenté

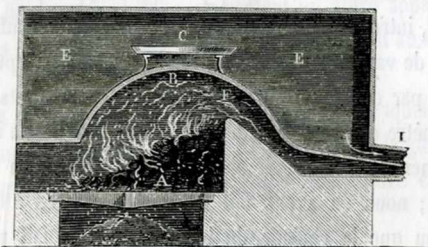


Fig. 12. — Calorifère à cloche.

d'eau par la bouteille c. Au fond du foyer, on voit en A un mur de briques qui force la flamme à s'élever sous la cloche

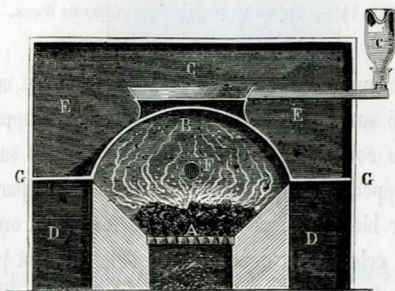


Fig. 13. — Calorifère à cloche.

qui est placée à 35 centimètres de la grille, afin d'éviter qu'elle ne rougisse. Au-dessous de la cloche, la fumée va s'engouffrer dans le tuyau F, qui doit être en fonte sur une

partie de sa longueur, et en tôle dans le reste : on a ménagé en D deux couloirs, chacun de 20 centimètres de large et de 30 centimètres de haut, pour former des prises d'air. Cet air, introduit au-dessus de la cloche, s'y échauffe et se charge de vapeur d'eau prise dans le récipient C, puis s'échappe par des ouvertures ménagées sur les conduits I, dont le diamètre est assez grand pour enfermer le tuyau à fumée et donner passage à l'air chaud. Ces conduits d'air sont en poterie; nous en avons fait fabriquer de façon à contenir de l'eau que la chaleur du tuyau de fumée fait passer à l'état de vapeur. La figure 14 donne une idée de leur forme,



Fig. 14. — Tuyau en poterie avec réservoir d'eau.

et montre comment il est facile de les remplir au moyen du tube placé sur un des côtés. Au moyen de cet appareil, on obtient du combustible toute la chaleur qu'il est susceptible de développer, ainsi qu'une ventilation et une répartition de la chaleur bien plus égale qu'avec les fourneaux ordinaires; j'ajoute à cela que la dépense pour l'établir n'est pas beaucoup plus forte; elle est à peine double de celle d'un poêle ordinaire; seulement, on ne devra employer pour combustible que du bois, car autrement on serait obligé de nettoyer fréquemment l'appareil. Nous avons établi, à l'extrémité de la galerie des appareils que nous construisons, un carneau qui nous permet de faire le nettoyage à l'aide d'une espèce

de brosse longue attachée à un fil de fer; qui reste toujours dans les conduits. Par ce moyen, on n'a pas de dérangement à craindre, et les plantes ne reçoivent point de poussière.

Les figures 15 et 16 représentent un autre appareil un peu plus compliqué, mais dont la construction est aussi très-facile.

A est le foyer; en B sont des tuyaux entre lesquels passe la flamme avant de s'échapper par l'ouverture de la galerie E, qui longe un côté de la serre, tandis que l'autre côté est

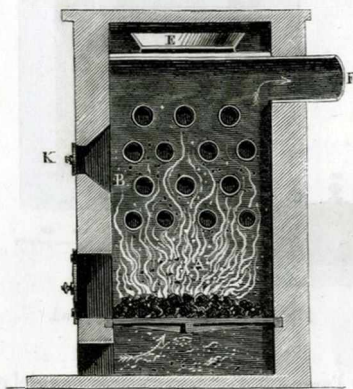


Fig. 15. — Calorifère à air chaud.

chauffé par les bouches de chaleur placées sur le conduit I. L'air froid arrive par le canal C; il passe par la chambre D, traverse les tuyaux B dans lesquels il s'échauffe, entre dans la seconde chambre chaude, s'élève au-dessus du récipient E qui lui donne un certain degré d'humidité, puis s'échappe par le conduit I. Dans la serre à chauffer se trouve une

porte *m*, qui sert à introduire de l'air pour le cas où on en aurait besoin; en *K* est un carneau ménagé pour le nettoyage

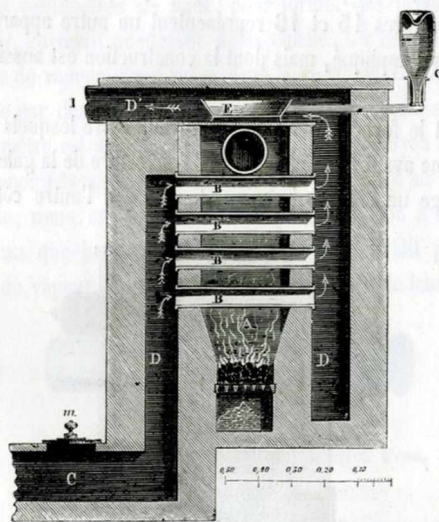


Fig. 16. — Calorifère à air chaud.

intérieur de l'appareil. On devra placer une clef ou registre, afin de fermer le canal *C* lorsque l'appareil ne fonctionne pas; car ce canal pourrait amener de l'air froid dans la serre et, par là, nuire aux végétaux.

Comme on l'a déjà dit, la prise d'air peut être faite soit hors de la serre, soit dans la serre même, ce qui établira la ventilation sans qu'il soit besoin d'ouverture extérieure.

Un des inconvénients des calorifères à air chaud, c'est que l'air se refroidit dans les tuyaux, et que, quelque pré-

caution que l'on prenne pour qu'ils ne perdent point leur chaleur, on ne peut néanmoins compter qu'on pourra chauffer à plus de 10 ou 12 mètres de distance du foyer.

On construit encore beaucoup d'autres appareils; les formes changent, mais le but et la manière de les diriger restant les mêmes, nous renvoyons pour leur examen aux ouvrages spéciaux, croyant avoir suffisamment développé l'emploi du calorifère à air chaud.



CHAPITRE VI.

APPAREILS A VAPEUR.

SECTION I. — De la Vapeur.

Lorsqu'on place un vase rempli d'eau sur le feu, on remarque que, peu de temps après, il se forme, le long des parois du vase, une infinité de bulles gazeuses dont la quantité diminue ou augmente avec la température. La chaleur s'accroissant, les bulles traversent le liquide et s'échappent au dehors en produisant un certain bruit qu'on distingue sous le nom de frémissement. Peu de temps après, le liquide arrive à l'ébullition proprement dite, et se transforme en un fluide aériforme qu'on appelle *vapeur*; c'est sous cet état qu'il acquiert des propriétés véritablement étonnantes par sa puissance expansive, qui est hors de toute proportion avec la force de l'homme et des animaux.

En passant de l'état liquide à l'état de vapeur, l'eau acquiert un volume 1 600 fois plus grand; c'est sur cette énorme dilatation qu'est fondé son emploi comme force motrice.

Ni l'eau, ni la vapeur à l'état libre, ne peuvent atteindre une température plus élevée que 100 degrés centigrades; mais dans une chaudière fermée, la vapeur peut arriver à une température beaucoup plus élevée.

La chaleur qui passe d'un foyer dans un liquide en ébullition, donne à la vapeur produite par ce liquide plus de puissance calorifique qu'au liquide lui-même. En voici un exemple : Il suffit d'un kilogramme de vapeur d'eau marquant 100 degrés centigrades pour porter à cette même température 5^k,66 d'eau prise à zéro, tandis qu'un kilogramme d'eau prise à 100 degrés centigrades ne communiquerait à la même quantité d'eau que 50 degrés centigrades, en partageant avec elle sa propre chaleur. Il serait donc plus économique de chauffer par la vapeur une certaine quantité d'eau, que de placer le vase lui-même sur le feu : aussi est-ce par ce procédé que les établissements de bains chauffent l'eau qu'ils consomment. Par la même raison, on pourrait, avec très-peu de vapeur, chauffer les bassins ou aquariums construits dans les serres; il suffirait pour cela d'un tuyau tournant autour du fond du bassin dans lequel circulerait la vapeur.

La vapeur peut parcourir une grande distance sans presque changer de température, c'est-à-dire qu'en plaçant des thermomètres de distance en distance, on obtiendrait à peu près le même degré dans toute la longueur du conduit; la vitesse



avec laquelle elle parcourt les tuyaux dépend de la température intérieure du local; elle peut, la température antérieure étant de 10 degrés, dans des tuyaux de 0^m,06 de diamètre, parcourir 2 ou 3 mètres à la minute. Comme il est facile de la diriger en tous sens, à l'aide des clefs (fig. 10 et 11), les maraichers en pourront tirer un parti très-avantageux, puisque, avec une chaudière comme celle que représente la figure 17, ils chaufferont à 16 ou 17 degrés 400 panneaux vitrés, comprenant 495 mètres carrés de surface, et cela avec la faible dépense d'un franc par jour; il est bien entendu, toutefois, que les coffres ou bâches devront être entourés de réchauds de fumier. Les tuyaux d'un très-petit calibre sont employés avec avantage et facilité; leur déplacement se fait aisément, et ils offrent de l'économie, en ce que la feuille de métal dont ils sont formés peut être très-mince.

SECTION II. — Avantages du Chauffage à la Vapeur.

L'origine du chauffage par la vapeur, d'après les documents que nous avons pu rassembler, remonte à l'année 1788. A cette époque, en Angleterre, on employa la vapeur au chauffage des serres; mais la manière dont on s'en servait était vicieuse, puisqu'on l'introduisait directement dans l'intérieur de la serre que l'on voulait chauffer, au lieu de l'y conduire dans des tuyaux. Cette méthode fut bientôt abandonnée. En 1798, M. Niel Snodgrass tenta de nouveau

l'établissement d'appareils à vapeur; mais il fut promptement découragé, et ce ne fut qu'en 1821 que M. Bayley établit en Angleterre, dans plusieurs jardins, un genre d'appareil qui réussit très-bien, et reçut des sociétés horticoles anglaises diverses récompenses. M. Niel réfuta les assertions des auteurs qui prétendaient que la vapeur d'eau ne pouvait être employée comme moyen de chauffage, parce que, disaient-ils, la vapeur se condenserait immédiatement dans les tuyaux et devrait se résoudre en eau, et que, de plus, elle était nuisible aux plantes. Les résultats qu'il obtint firent triompher ses idées, dont la vérité fut démontrée bientôt par la publication d'un rapport de M. Knight sur l'établissement de M. Loddiges, horticulteur fleuriste à Hammersmith, rapport dont nous rappellerons quelques passages. On y verra que la vapeur produit d'excellents résultats, lorsqu'on l'emploie au chauffage des serres.

Dans le vaste et bel établissement de M. Loddiges, la vapeur parcourt une distance de plus d'un mille (1 609^m), en communiquant sa chaleur aux nombreuses serres qui le composent, et où sont cultivés en grand l'Ananas, les Palmiers et une foule de plantes des tropiques, qui exigent une chaleur soutenue. L'économie et la facilité du service sont énormes comparativement à l'ancien système de chauffage employé, c'est-à-dire au chauffage par les fourneaux ordinaires, qui étaient au nombre de trente-huit, et consumaient annuellement 220 mesures de coke. Aujourd'hui, il n'y a qu'un seul foyer qui, dans l'hiver de 1854 à 1855, hiver dont la rigueur a été exceptionnelle, n'a consommé que 120 mesures.

La vapeur imprime à la végétation une vigueur qu'on ne pouvait obtenir par le chauffage ordinaire. Des plantes reçues des colonies dans un état languissant, et qui auraient inévitablement péri dans une serre chauffée avec les anciens fourneaux, se raniment et recouvrent leur santé en très-peu de temps. Pour obtenir ce résultat, M. Loddiges ouvrait le robinet de la vapeur; cette dernière, en se condensant, produisait sur les plantes une rosée artificielle qui leur était salubre, et favorisait surtout les Ananas, dont les feuilles sont assez souvent attaquées par une sorte d'araignée rouge que la vapeur chasse de la serre ainsi que beaucoup d'autres insectes non moins nuisibles.

Nous pouvons affirmer, avec la certitude que donne l'expérience, le bon effet de la vapeur sur les arbrisseaux et arbustes à feuilles persistantes. Toutes les personnes qui ont visité l'établissement de M. Tavernier ont été étonnées du changement qui s'y est opéré depuis l'introduction de la vapeur, surtout dans ses serres à orangers. La végétation y est incomparablement plus vigoureuse, et atteint des proportions extraordinaires; le feuillage est plus grand, d'un vert plus foncé et plus brillant; les feuilles de l'oranger dit pommier d'Adam y ont atteint jusqu'à 45 centimètres de largeur sur de jeunes plantes ayant deux ans de greffe. La rosée produite par la vapeur éloigne les pucerons qui attaquent les jeunes pousses des orangers. On ne doit pas oublier que c'est par la vapeur que sont chauffés les grands pavillons et les serres courbes du jardin des Plantes de Paris.

**SECTION III. — Inconvénients du Chauffage à la Vapeur.**

Il n'y a pas de système de chauffage sans inconvénients, et nous ne dissimulerons pas ceux qui sont inhérents au chauffage par la vapeur; mais nous chercherons les moyens qui peuvent les atténuer autant que possible. Le premier défaut de la vapeur est la promptitude avec laquelle elle se refroidit. Ce reproche est fondé; toutefois il n'est pas aussi grave qu'on s'est plu à le dire, et j'en appelle aux horticulteurs qui ont fait usage des appareils dont je suis l'inventeur. Ils ont pu se convaincre que le refroidissement n'est que peu sensible, lorsque l'appareil est bien conduit; or nous avons trouvé qu'en mettant du combustible dans notre foyer à neuf heures du soir, la température intérieure étant à 17 degrés centigrades et la température extérieure à zéro, le refroidissement n'était que de 4 à 5 degrés à cinq heures du matin, et cela, dans une serre contenant 156 mètres cubes d'air. Pour obtenir ce résultat, on doit avoir soin de placer sur le combustible, si toutefois c'est de la houille, une couche de quelques centimètres de cendre mouillée et un peu de cendre sèche par-dessus; à l'aide de cette précaution fort simple, le feu peut se conserver presque toute la nuit. Dans la serre à multiplication de M. Tavernier, on a conservé par ce moyen, et en tenant la porte du cendrier un peu fermée, le même feu pendant quatre mois consécutifs, sans être obligé de le rallumer. En agissant ainsi, on entretient la chaleur à un degré constant, et l'on dépense peu de combustible.



Un autre défaut du chauffage à la vapeur, c'est la quantité assez considérable d'eau qui est nécessaire pour remplir la chaudière et compenser la déperdition qu'elle éprouve en se condensant dans les tuyaux. Cette déperdition peut être évaluée de 1 litre et demi à 2 litres par heure, selon la plus ou moins grande activité du feu et la grandeur de la chaudière. De plus, l'eau, en bouillant, dépose au fond des chaudières une croûte de matières minérales qui durcit par l'action du feu et établit une séparation entre le fond de la chaudière et l'eau, ce qui hâte la détérioration de l'appareil.

On prévient cet accident en nettoyant tous les mois la chaudière, et en faisant écouler tous les jours l'eau par le robinet placé à cet effet, jusqu'à ce qu'elle sorte claire. On conseille aussi de mettre au fond de la chaudière quelques pommes de terre que la cuisson transforme en une espèce de bouillie qui se mêle aux substances salines et terreuses, et les empêche de s'attacher au métal. On renouvelle ces pommes de terre tous les mois. Il est d'ailleurs recommandé de n'employer pour remplir les chaudières que de l'eau de rivière ou de pluie, ou du moins une eau qui ne contienne point de principes calcaires. Ajoutons qu'il est des cas où la nature de l'eau n'a qu'une faible importance; c'est, par exemple, lorsque l'appareil de chauffage est construit de telle manière que toute l'eau condensée dans les tuyaux puisse rentrer dans le réservoir d'alimentation: la perte est alors très-minime, et le danger de l'incrustation de la chaudière diminue dans la même proportion, puisqu'on emploie sans cesse la même eau qui est distillée par la vaporisation. L'eau dans laquelle croissent bien les plantes, ne convient

pas pour remplir les appareils, parce qu'elle contient beaucoup de chaux.

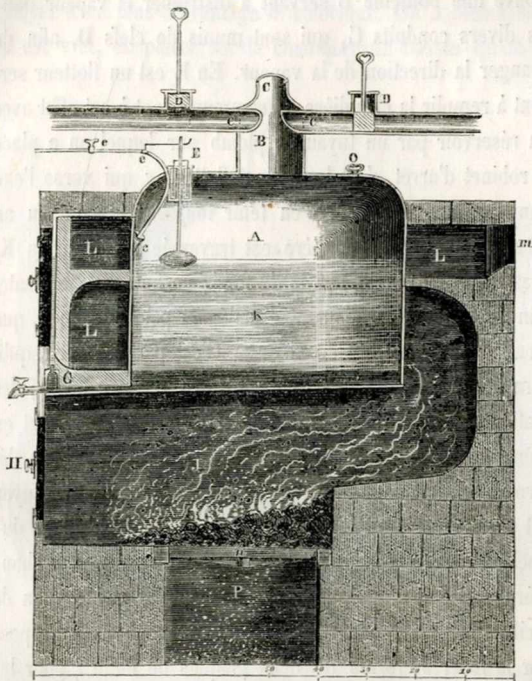


Fig. 17. — Appareil de chauffage à vapeur (coupe longitudinale).

SECTION IV. — Établissement et description des Appareils.

La figure 17 représente la coupe longitudinale, la figure 18 la coupe sur la largeur, et la figure 19 le plan d'un appareil de chauffage à vapeur auquel on a réuni l'emploi de l'air chaud.



La chaudière A est en cuivre; sa forme est ovale; elle est fermée par un couvercle de même métal sur lequel se trouve une bouteille B servant à distribuer la vapeur dans les divers conduits C, qui sont munis de clefs D, afin de changer la direction de la vapeur. En E est un flotteur servant à remplir la chaudière, et communiquant à cet effet avec un réservoir par un tuyau de plomb sur lequel on a placé le robinet d'arrêt *e'* et le robinet flotteur *e* qui verse l'eau dans la chaudière, afin d'en tenir toujours le contenu au même niveau. La chaudière est traversée par le tuyau K, brasé à 3 ou 4 centimètres du fond; ce fond est en pente, afin de faciliter l'écoulement des dépôts par le tuyau F, que termine un robinet dit de vidange. C'est par ce robinet qu'il sera bon de faire sortir tous les jours un peu d'eau; les matières déposées, descendant sur la pente, en sortiront en même temps, et l'on prévient par là les accidents que déterminerait le séjour prolongé de ces matières. Sur ce tuyau est placé, en G, un tube en cristal, à travers les parois duquel on reconnaît la hauteur de l'eau contenue dans la chaudière, qui doit être un peu plus qu'à moitié pleine, afin de faciliter le développement de la vapeur. La chaudière repose sur le foyer J, formé de deux plaques de fonte *i* pour les deux côtés, et de maçonnerie pour le fond. En H est la porte qui, comme on le voit, est doublée d'une feuille de tôle. En P est le canal par où passe l'air nécessaire à la combustion qui s'opère sur la grille N. La flamme et la fumée qui se développent suivent le fond de la chaudière, comme l'indiquent les flèches; elles traversent le tuyau K, passent par les galeries L, et s'élèvent dans la cheminée, après avoir

fait une fois et demie le tour de la chaudière. Il était impossible de donner une plus grande surface de chauffe, et d'employer avec plus d'avantage le calorique. On a bien essayé, il est vrai, de placer sur la chaudière un bassin qu'on fai-

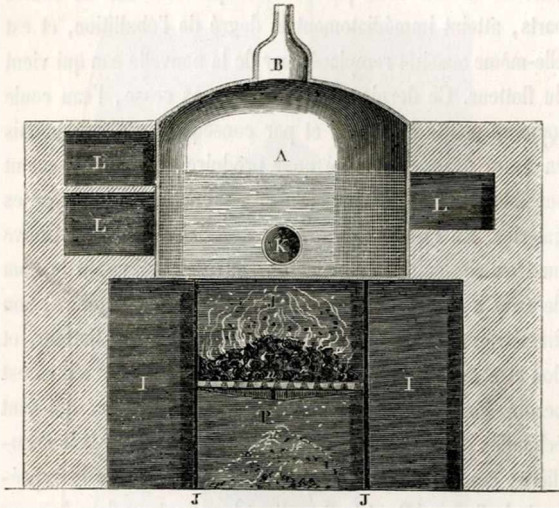


Fig. 18. — Appareil à vapeur (coupe transversale).

sait traverser par le conduit de fumée, afin d'avoir toujours de l'eau chaude pour remplir la chaudière ; mais c'est là un accroissement de dépense inutile, car le mouvement du flotteur est si régulier que le moindre abaissement du niveau de l'eau fait ouvrir le robinet, de telle sorte qu'immédiatement afflue une nouvelle quantité d'eau ; celle-ci, même dans le tuyau d'alimentation, se trouve chaude à une distance de plus de 25 à 30 centimètres. De plus, comme on peut le

voir, l'eau ne tombe pas directement dans la chaudière, mais dans un vase *r*, figure 17, qui est soudé aux parois de la chaudière. En vertu des lois du calorique, l'eau chaude, étant plus légère que l'eau froide, est chassée par celle-ci, qui, pénétrée à son tour par le calorique arrivant de toutes parts, atteint immédiatement le degré de l'ébullition, et est elle-même aussitôt remplacée par de la nouvelle eau qui vient du flotteur. Ce dernier fonctionnant sans cesse, l'eau coule toujours goutte à goutte, et par conséquent n'arrive jamais en assez grande quantité pour produire un refroidissement sensible. En M sont les carneaux qui servent à nettoyer les galeries. En O, sur le couvercle de la chaudière, se trouve un trou circulaire fermé par un couvercle qui reçoit le nom de *trou d'homme*, et qui sert à nettoyer la chaudière; son diamètre est proportionné à celui de la boule du flotteur, et doit être assez grand pour qu'on puisse la retirer s'il en est besoin. En I, figure 18, on voit les canaux d'air qui sont échauffés par les plaques de fonte *i, i*, qui supportent la chaudière; ces canaux vont ensuite se réunir, comme le représente la figure 19, et transmettent leur contenu dans la serre par le conduit S. On emploie aussi des foyers en fonte d'une seule pièce, dont M. Marthe, chaudronnier, rue Mouffetard, à Paris, tient un dépôt, en même temps qu'il fabrique des chaudières et des tuyaux pour le chauffage à la vapeur, dont il s'occupe spécialement. Ces foyers ont la forme d'un cône tronqué renversé, muni d'un rebord, et dans lequel repose la chaudière que l'on garnit de terre avant de la mettre en place, afin d'empêcher les fuites. La porte est placée sur l'avancement du foyer qui sert de châssis.

Afin de tenir toujours l'eau au même niveau, nous avons adopté le flotteur représenté par la figure 20; il est vissé sur

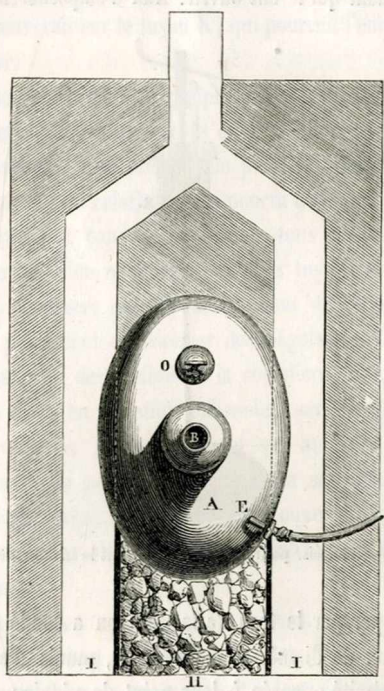


Fig. 19. — Appareil à vapeur (coupe horizontale).

le couvercle de la chaudière, de manière à ce qu'on puisse le démonter pour le nettoyer. Il consiste en une boule de cuivre vide A, qui flotte sur l'eau, et qui est maintenue par une tige B, aplatie à son extrémité et percée d'un trou C, dans lequel

passé la tringle F, qui, coudée à un des bouts, traverse la tête du robinet P, et lui imprime le mouvement ascendant ou descendant qui le fait ouvrir. Afin d'empêcher la vapeur

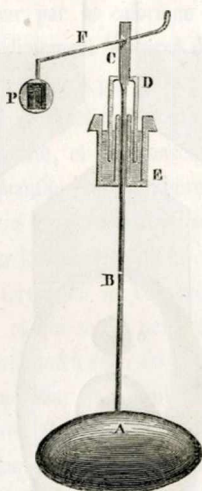


Fig. 20. — Flotteur pour maintenir constant le niveau de l'eau.

de s'échapper par le trou de la tige, on a soudé ensemble deux tuyaux de diamètres différents E, munis d'un pas de vis à l'extrémité opposée à leur point de réunion, pour les assujettir à la chaudière. Un troisième tuyau, d'un diamètre intermédiaire aux diamètres des deux autres, est soudé en sens inverse à la tige D. On remplit d'huile l'intervalle des tuyaux E; la vapeur, montant le long de la tige, se trouve forcée de descendre par le tuyau D, qui, plongeant dans l'huile, lui ferme le passage; elle est alors forcée de rentrer

dans la chaudière. Comme on le voit, ce système, quoique en apparence compliqué, est en réalité très-simple. On ne devra pas placer le flotteur au milieu de la chaudière, parce qu'il se trouverait sur le tuyau K, qui pourrait l'empêcher de fonctionner.

La maçonnerie entoure complètement l'appareil, laissant à découvert seulement le dessus de la chaudière, qu'on aura soin d'entretenir aussi luisant que possible, afin d'empêcher le rayonnement du calorique. On pourra d'ailleurs l'entourer de matières peu conductrices; dans tous les cas, il faut avoir soin que rien ne tombe dans les tuyaux du flotteur; des corps étrangers qui s'y arrêteraient en empêcheraient l'effet, et pourraient occasionner des dégâts considérables et même causer la destruction de la chaudière, qui, ne recevant plus d'eau en quantité suffisante, serait exposée à se vider. Avant de placer le tuyau qui amènera l'eau, on aura soin de le percer de petits trous sur une longueur de 15 centimètres, et d'en boucher l'ouverture principale, afin d'arrêter les objets capables d'obstruer les robinets et les tuyaux.

On placera les tuyaux de vapeur aussi bas que possible, l'air chaud tendant toujours à s'élever. Si une rangée de tuyaux ne suffit pas, on en placera deux, trois ou davantage, jusqu'à ce qu'on obtienne la température voulue. Comme la température est proportionnelle à la surface des tuyaux, et en raison inverse de la capacité de la serre et du refroidissement occasionné par le vitrage, il est bon de savoir régler cette proportion, afin d'employer la quantité de tuyaux nécessaire. Supposons que l'on veuille chauffer

à 17 degrés centigrades une serre de 13^m,33 de longueur sur 4^m,70 de largeur et 1^m,66 de hauteur moyenne, dont la superficie vitrée serait de 65^m²,85 ayant deux portes s'ouvrant à l'extérieur, on fera l'opération suivante, qui a pour but de trouver le cube de la serre :

$$13,33 \times 4,70 \times 1,66 = 104 \text{ mètres cubes.}$$

A ce nombre, il faut ajouter la moitié de la superficie du verre, plus 10 par chaque porte qui s'ouvre au dehors; on obtiendra ainsi un total de 156^m²,92, ou, en nombres ronds, de 160 mètres cubes d'air à échauffer. En multipliant ce nombre par sept, on aura 1 120 unités qu'il faudra encore multiplier par 17, nombre de degrés qu'on veut obtenir. Le produit total sera de 19 040, d'où retranchant trois décimales, on obtient 19 mètres de surface de tuyaux. Comme un tuyau de 0^m,06 de diamètre ne donne que 0^m²,18 par mètre courant, il faudra une longueur de 67^m,85 ou un peu plus de 5 rangées de tuyaux de 13 mètres; avec des tuyaux de 0^m,08 de diamètre, une longueur de 38 mètres suffirait, ou un peu plus de deux rangées de tuyaux de 15^m,30 de longueur.

Supposons une autre serre longue de 10 mètres, large de 5 et haute de 4, dont la superficie vitrée soit de 63^m²,20, ayant deux portes extérieures, et où l'on veuille obtenir une chaleur de 20 degrés centigrades, on en cherchera le cube par les opérations suivantes :

$$10 \times 5 \times 4 = 200 \text{ mètres cubes.}$$

Ajoutant à ce nombre la moitié de la superficie du verre, qui est de 3 160, plus 20 pour les deux portes, on

obtient une somme de 250, chiffre rond, qui, multipliée par 7, donne 1 750, nombre qui doit à son tour être multiplié par 20, somme des degrés de chaleur qu'on veut obtenir. Le produit sera 35 000, ce qui correspond à 35 mètres superficiels de tuyaux. En employant des tuyaux de 0^m,06 de diamètre, il faudrait une longueur de 125 mètres, et avec des tuyaux de 0^m,08 de diamètre, il ne faudrait que 70 mètres de longueur.

Ces exemples suffiront pour guider les personnes qui désireraient appliquer le système du chauffage à la vapeur dans leurs serres.

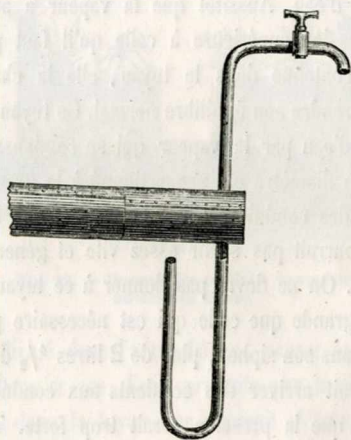


Fig. 21. — Échappement de la vapeur.

Lorsque la vapeur commence à s'introduire dans les tuyaux, elle en chasse l'air qui s'y trouve; il faut donc lui procurer une issue. A cet effet, on place un robinet à chaque

extrémité des tuyaux; lorsque la vapeur y a pénétré, on ouvre le robinet, et l'air s'en échappe; mais lorsqu'au lieu d'air, il ne sort plus que de la vapeur, on le ferme. On place ces robinets, soit dans la serre, soit en dehors (fig. 21). Lorsque le robinet est fermé, la vapeur, ne trouvant plus d'issue pour s'échapper, exerce une pression dans les conduits et fait développer une plus grande chaleur; mais comme elle les ferait éclater si on laissait cette pression atteindre un trop haut degré, on place sous les conduits un tuyau en plomb, dont le diamètre est de 2 centimètres, qui a une longueur de 80 centimètres et qui peut contenir 2 litres $\frac{1}{2}$ d'eau. Aussitôt que la vapeur a atteint une force de pression supérieure à celle qu'il faut pour soulever l'eau contenue dans le tuyau, elle la chasse pour passer et reprendre son équilibre normal. Ce tuyau de plomb est alimenté d'eau par la vapeur qui se condense dans les conduits; son diamètre est proportionné à la grandeur et à la longueur des conduits; s'il était trop étroit, l'eau condensée ne pourrait pas sortir assez vite et générerait l'issue de la vapeur. On ne devra pas donner à ce tuyau une longueur plus grande que celle qui est nécessaire pour qu'il contienne, dans son siphon, plus de 2 litres $\frac{1}{2}$ d'eau, sans quoi il pourrait arriver des accidents aux conduits de vapeur, parce que la pression serait trop forte. Toutes les fois que l'on pourra faire rentrer dans le réservoir l'eau de ce petit tuyau, il faudra s'empresse de le faire, car elle est pure, et elle compensera dans une certaine mesure la trop grande consommation d'eau par la chaudière.

Pour faciliter l'écoulement des eaux qui résultent de la

condensation, il convient que tous les tuyaux aillent en pente vers le point de décharge. Ils doivent être espacés entre eux, afin que la chaleur se distribue d'une manière égale dans toute l'étendue de la serre; cette disposition facilite d'ailleurs leur mise en place.

Quelquefois on est obligé de changer le niveau d'un tuyau, comme on le voit figure 22. Le tuyau arrivant en A, et servant à chauffer une bêche de serre à multiplication, doit,

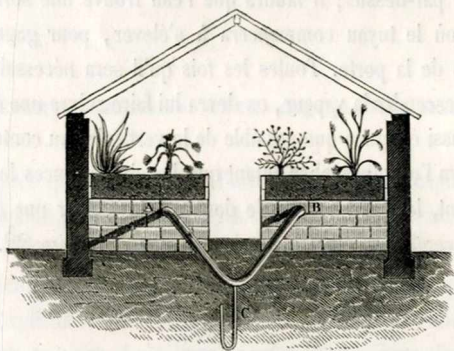


Fig. 22. — Passage des conduits de vapeur au-dessous du sol.

pour être dirigé dans l'autre bêche, passer sous l'allée de la serre. Dans ce cas, l'eau produite par la condensation, descendant dans le tuyau, ne pourrait s'élever en B sans le remplir complètement, et fermerait le chemin de la vapeur. Il est donc indispensable de lui donner une issue; à cet effet on dispose, comme on le voit dans la figure, un tuyau C de 4 centimètres de diamètre et d'un mètre et demi de long, courbé en siphon, et dont l'extrémité libre est ré-



trécie au point de n'avoir tout au plus qu'un centimètre de diamètre, afin que la vapeur ne puisse en faire échapper l'eau et sortir elle-même par ce tuyau, ce qui serait préjudiciable au chauffage.

Il en sera de même toutes les fois que le tuyau prendra un niveau plus élevé dans le sens du point de décharge : ainsi, par exemple, supposons une ligne de tuyaux dont la pente est dirigée vers une porte et qu'on soit obligé de faire passer par-dessus ; il faudra que l'eau trouve une sortie au point où le tuyau commencera à s'élever, pour gagner le dessus de la porte. Toutes les fois qu'il sera nécessaire de faire descendre la vapeur, on devra lui faire suivre une direction aussi éloignée que possible de la verticale ; au contraire, il faudra l'en rapprocher autant que les circonstances le permettront, lorsqu'il s'agira de donner à la vapeur une direction ascendante, ainsi qu'on le voit dans la figure 22.

CHAPITRE VII.

THERMOSIPHON.

SECTION I. — Ancienneté du Chauffage par l'eau chaude.

D'après quelques auteurs, l'invention du thermosiphon et son application au chauffage des serres remonteraient au temps des Romains ; certains passages des ouvrages de Sénèque sembleraient le prouver. Voici une description qui est assez explicite : « On fabrique des serpentins dans l'intérieur desquels on ajuste des tuyaux de cuivre fort minces, formant plusieurs spirales autour du feu, et parcourant assez d'espace pour que l'eau qui y circule s'y chauffe ; elle y était entrée froide, elle en sort brûlante, et elle ne perd rien de sa chaleur par l'évaporation parce qu'elle est toujours enfermée. C'est à l'aide d'étuves entretenues par ces eaux chaudes qu'on force l'hiver à se changer en printemps, et qu'on fait fleurir à contre-saison la rose et le lis. » Malgré l'ancienneté du procédé, cet appareil de chauffage ne fut employé d'une manière rationnelle qu'à une époque avancée



du dernier siècle. Bonnemain, en 1777, fut le premier qui développa, dans un rapport présenté à l'Académie des sciences, les principes du chauffage par l'eau chaude. Après lui, MM. de Chabannes, Perkins, Grison, Duvoir frères, Gervais et Meslier, ont perfectionné et popularisé ce moyen de chauffage, qui est très-répandu depuis quelques années. Un des constructeurs les plus distingués, M. Gervais, a établi cent cinq thermosiphons pendant l'année 1854. Ces appareils sont irréprochables au point de vue de la forme, de l'élégance et de la solidité, et leur constructeur mérite sous tous les rapports les éloges et les récompenses qui lui ont été décernés par les sociétés d'horticulture.

SECTION II. — Circulation de l'Eau.

L'eau échauffée par son contact avec le foyer, et devenue plus légère par la dilatation, s'élève à la surface et est sans cesse remplacée au fond des vases par une couche plus froide qui s'échauffe à son tour pour céder sa place à une autre. Si alors on adapte à la partie la plus élevée du vase un tuyau recourbé et venant se souder à la partie inférieure, la première couche s'échappera par ce tuyau et en chassera celle qui s'y trouvait. Ces couches d'eau de température différente se remplaçant successivement, la masse entière sera bientôt portée à une température très-élevée qui, dans les appareils libres, ne dépassera jamais 100 degrés centigrades, mais qui, dans les appareils fermés ou à haute pres-

sion, acquerra une température très-élevée. C'est d'après cette propriété de se dilater par la chaleur que s'établit la circulation de l'eau dans les conduits qui servent à échauffer l'air des serres et des bâches.

Il se forme bien de la vapeur, mais ce n'est qu'en très-petite quantité, parce que l'eau circule dans des tuyaux fermés, et que la chaudière elle-même est pleine d'eau ; la faible dose de vapeur produite reste en quelque sorte dissoute dans l'eau, faute d'espace pour s'y étendre.

SECTION III. — Chaudières Gervais.

La chaudière de M. Gervais, dont la figure 23 donne une idée, est en cuivre fort ; la forme du foyer est celle d'un fer à cheval. Pour donner à cette chaudière plus de surface de chauffe, M. Gervais a fabriqué une grille en petits tuyaux de cuivre qui font l'office de bouilleurs et qui communiquent avec les chaudières dont ils font partie. L'emploi de cette grille, du reste, est facultatif. On voit comment la fumée passe derrière l'appareil, en *e*, pour tourner autour, et s'échapper ensuite par la cheminée. Tout l'appareil est entouré d'une maçonnerie en briques qui s'élève jusqu'à l'endroit où commence le tuyau de remplissage, auquel on a adapté un tube vérificateur pour faire reconnaître le niveau de l'eau contenue dans la chaudière. Nous ne pouvons donner plus de détails sur cette sorte de chaudière ; l'inventeur en étant seul propriétaire par son brevet d'invention, elle ne peut être fabri-

quée que dans ses ateliers, situés à Paris, rue des Fossés-Saint-Jacques, 3. Du reste, on trouvera toujours auprès de

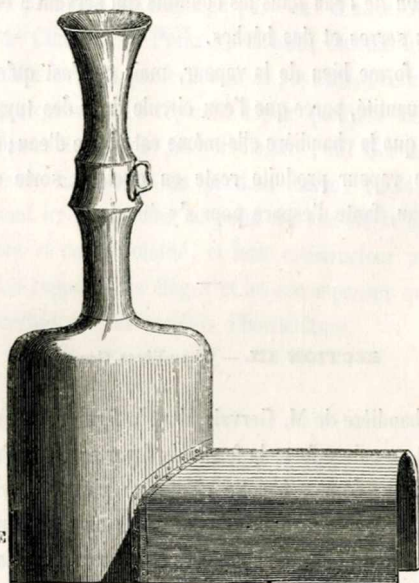


Fig. 23. — Thermosiphon de Gervais.

cet habile constructeur de bons conseils et d'utiles renseignements sur ses appareils de chauffage.

SECTION IV. — Thermosiphon Meslier.

Le thermosiphon de M. Meslier, de Sarcelles, près Écouen, diffère de celui de M. Gervais en ce qu'il n'y a



point de chaudière. Cette dernière est remplacée par un gros tuyau en spirale communiquant avec les tuyaux dirigés dans les serres, et offrant au foyer une très-grande surface de chauffe.

SECTION V. — Conduite des Appareils.

Les tuyaux, ici comme dans tous les genres de chauffage adoptés, doivent être placés aussi bas et aussi inclinés que possible, relativement à la chaudière, surtout lorsqu'il s'agit du tuyau d'aller; car plus la pente est sensible sur ces tuyaux, plus la circulation est active. Il est utile, dans certains cas, d'élever les conduits plus haut dans un endroit que dans un autre; on doit alors faire en sorte que le niveau le plus élevé soit muni de tubes d'expansion. Ces tubes d'expansion, qui donneront passage à l'air contenu dans les tuyaux, sont des tuyaux de plomb de 2 centimètres de diamètre, soudés par un bout au coude ou au niveau le plus élevé des conduits, et qui montent à 50 ou 60 centimètres au-dessus de leur point de départ. Sans cette précaution, l'air ne pourrait pas sortir lorsqu'on remplirait l'appareil. La figure 24 représente un cas où l'emploi des tubes d'expansion est indispensable: le tuyau de départ A est obligé de passer au-dessus de la porte C, pour faire le tour de la serre et revenir, en B, se joindre à la chaudière. Le tuyau K est un premier tube servant à remplir la chaudière et les tuyaux; il est terminé, à cet effet, par un entonnoir; souvent il est

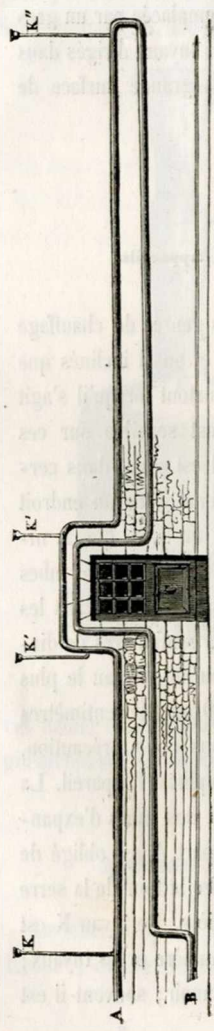


Fig. 24. — Passage des tuyaux du thermosiphon au-dessus d'une porte, et placement des tubes d'expansion.

attenant à la chaudière; d'autres fois il est, comme l'indique la figure, sur le tuyau lui-même. Il doit être d'au moins 40 centimètres plus haut que l'angle le plus haut que font les tuyaux. Lorsque les tuyaux sont tout d'un seul niveau, le conduit de décharge doit être d'un mètre plus élevé que le dessus de la chaudière.

Les deux tuyaux K' sont des tuyaux de décharge; ils doivent être assez élevés pour servir à l'expansion de l'air et de l'eau, expansion qui est du vingtième du volume de l'appareil; le troisième tuyau K'' est encore un tuyau d'expansion; il sera nécessaire d'en placer à tous les coudes des tuyaux, ainsi que sur les lignes, à 10 ou 12 mètres de distance; ils serviront, en outre, à l'évaporation de la vapeur qui pourrait se former. Le moindre changement dans les tuyaux pourra exiger le changement de place des tuyaux d'expansion, qui sont absolument

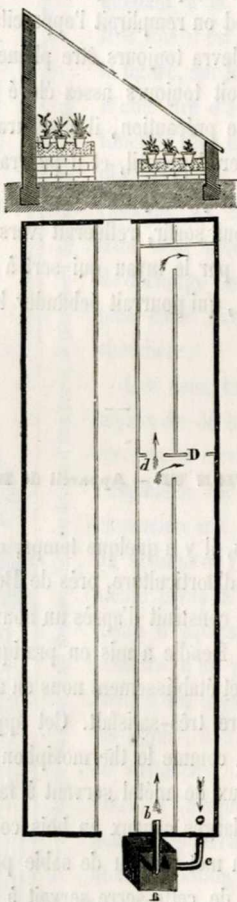
indispensables, surtout pour les parties élevées où l'air pourrait s'arrêter quand on remplirait l'appareil.

La chaudière devra toujours être pleine, afin que le niveau de l'eau y soit toujours assez élevé pour remplir les tuyaux. Sans cette précaution, il n'y aurait pas possibilité de faire fonctionner l'appareil, et il pourrait même survenir des accidents; la vapeur qui se formerait, ne trouvant pas assez d'espace pour sortir, refluerait vers la chaudière, en ferait sortir l'eau par le tuyau qui sert à l'alimentation, et viderait l'appareil, qui pourrait échauder les végétaux environnants.

SECTION VI. — Appareil de Rendle.

Nous avons vu, il y a quelque temps, chez M. de Saint-Hilaire, amateur d'horticulture, près de Bordeaux, un appareil de chauffage construit d'après un nouveau mode de circulation que M. Rendle a mis en pratique en Angleterre. Le jardinier de cet établissement nous en a parlé avec faveur et a paru en être très-satisfait. Cet appareil se compose d'une chaudière, comme le thermosiphon; mais au lieu de conduits ou tuyaux de métal servant à faire circuler l'eau, on y emploie de larges canaux en bois couverts de planches sur lesquelles on met un peu de sable pour y enterrer les pots. Une partie de cette serre servait à la multiplication; l'autre était réservée aux végétaux de serre chaude, qui paraissaient s'accommoder de ce mode de chauffage. On peut,

indispensable, surtout pour les hautes serres, de faire passer l'air chaud par un conduit qui se trouve au-dessus de la serre, et de le faire descendre dans la serre par un autre conduit. On peut aussi faire passer l'air chaud par un conduit qui se trouve au-dessus de la serre, et de le faire descendre dans la serre par un autre conduit. On peut aussi faire passer l'air chaud par un conduit qui se trouve au-dessus de la serre, et de le faire descendre dans la serre par un autre conduit.



On peut aussi faire passer l'air chaud par un conduit qui se trouve au-dessus de la serre, et de le faire descendre dans la serre par un autre conduit. On peut aussi faire passer l'air chaud par un conduit qui se trouve au-dessus de la serre, et de le faire descendre dans la serre par un autre conduit. On peut aussi faire passer l'air chaud par un conduit qui se trouve au-dessus de la serre, et de le faire descendre dans la serre par un autre conduit.

Fig. 25. — Appareil de M. Rendie.

On peut aussi faire passer l'air chaud par un conduit qui se trouve au-dessus de la serre, et de le faire descendre dans la serre par un autre conduit. On peut aussi faire passer l'air chaud par un conduit qui se trouve au-dessus de la serre, et de le faire descendre dans la serre par un autre conduit.

au moyen de petites pelles, y régler la circulation dans toute la longueur des canaux. Cet appareil nous a semblé d'une grande difficulté de construction et d'un entretien dispendieux, quoi qu'en ait dit le jardinier qui le conduit. La figure 25 donne une idée de ce système, trop peu répandu pour être bien apprécié.

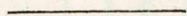
A est la chaudière; B, le tube de départ; C, le tube d'arrivée; D, la cloison pour poser les pelles qui servent à régler la circulation.

SECTION VII. — Thermosiphons de Perkins et de Duvoir.

Un autre genre de chauffage, dit thermosiphon à haute pression, est employé en Angleterre. Nous n'avons pas vu cet appareil, qui a beaucoup de rapport, nous a-t-on dit, avec celui de la serre à Orchidées du jardin des Plantes de Paris, construit par M. Duvoir. Dans ce nouveau système, inventé par M. Perkins, il n'y a pas de chaudière; elle est remplacée par des tuyaux sans fin, en fer étiré, qui circulent autour du foyer, et vont de là dans la serre pour revenir passer dans le foyer. Comme cet appareil est à haute pression (c'est-à-dire fermé), la température de l'eau, d'après ce qui m'a été rapporté, peut atteindre 200 degrés à la partie supérieure, et en conserver encore 70 au moment où elle rentre dans le foyer. Dans l'appareil de M. Duvoir, la plus haute température ne dépasse pas 120 degrés. La construction et l'établissement de ces ap-



pareils réclament des hommes spéciaux en fait de constructions pyrotechniques, et il serait trop long d'en parler ici avec détail, d'autant plus que leur usage est encore très-peu répandu.



SECTION VII. — Chauffage des Serres et des Bains.

Un autre genre de constructions, qui forme depuis à peine quelques années un chapitre important de l'agriculture, est celui des serres, dont le développement est devenu immense. Elles sont destinées à protéger les végétaux contre les rigueurs de l'hiver, et à leur procurer une température constante pendant toute l'année. Elles sont divisées en serres chaudes et en serres froides. Les serres chaudes sont destinées à cultiver des végétaux qui ne peuvent pousser que dans un climat chaud, et les serres froides sont destinées à cultiver des végétaux qui peuvent pousser dans un climat tempéré. Les serres chaudes sont chauffées par le feu, et les serres froides sont chauffées par le soleil. Les serres chaudes sont divisées en serres à feu et en serres à vapeur. Les serres à feu sont chauffées par un feu qui brûle dans une cheminée, et les serres à vapeur sont chauffées par la vapeur d'eau qui s'échappe d'une chaudière. Les serres froides sont divisées en serres à air et en serres à eau. Les serres à air sont chauffées par l'air qui est chauffé par le soleil, et les serres à eau sont chauffées par l'eau qui est chauffée par le soleil. Les serres chaudes sont divisées en serres à feu et en serres à vapeur. Les serres à feu sont chauffées par un feu qui brûle dans une cheminée, et les serres à vapeur sont chauffées par la vapeur d'eau qui s'échappe d'une chaudière. Les serres froides sont divisées en serres à air et en serres à eau. Les serres à air sont chauffées par l'air qui est chauffé par le soleil, et les serres à eau sont chauffées par l'eau qui est chauffée par le soleil.

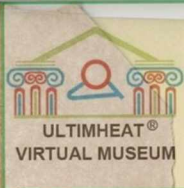


TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE PREMIER. — <i>Éléments de Physique.</i>	page 5
SECTION I. — De la Chaleur.	5
II. — Température.	6
III. — Thermomètres.	7
IV. — Thermométrographes.	8
V. — Propagation de la chaleur.	8
1. — Rayonnement du calorique.	9
2. — Réflexion du calorique.	10
3. — Conductibilité des corps pour le calorique.	10
VI. — Calories.	11
VII. — Refroidissement.	12
VIII. — Expansion des corps.	13
Dilatation et contraction des corps.	13
IX. — Air atmosphérique.	14
CHAPITRE II. — <i>Des Combustibles.</i>	17
SECTION I. — Houille.	17
Coke.	18
II. — Bois.	19
Charbon de bois.	19
III. — Tourbe.	20



CHAPITRE III. — <i>Construction des appareils.</i>	21
SECTION I. — Terres, briques et poteries.	21
II. — Métaux.	22
1. — Tôle de fer.	22
2. — Fonte.	23
3. — Cuivre.	23
4. — Zinc.	23
5. — Étain et Plomb.	24
CHAPITRE IV. — <i>Établissement des appareils.</i>	25
SECTION I. — Placement des appareils.	25
II. — Construction des appareils.	26
1. — Foyer proprement dit.	26
2. — Grille.	27
3. — Cendrier.	28
4. — Galeries.	29
5. — Cheminées.	30
6. — Foyer d'appel.	31
III. — Tuyaux.	33
CHAPITRE V. — <i>Calorifères.</i>	38
SECTION I. — Calorifère chauffant par des conduits de fumée.	38
II. — Calorifère à air chaud.	39
CHAPITRE VI. — <i>Appareils à vapeur.</i>	46
SECTION I. — De la Vapeur.	46
II. — Avantages du chauffage à la vapeur.	48
III. — Inconvénients du chauffage à la vapeur.	51
IV. — Établissement et description des appareils.	53
CHAPITRE VII. — <i>Thermosiphon.</i>	65
SECTION I. — Ancienneté du chauffage par l'eau chaude.	65
II. — Circulation de l'eau.	66
III. — Chaudière Gervais.	67
IV. — Thermosiphon Meslier.	68
V. — Conduite des appareils.	69
VI. — Appareil de Rendle.	71
VII. — Thermosiphons de Perkins et Duvour.	72



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM