

s'appliquer au chauffage à l'eau chaude à haute ou à basse pression. Le foyer est alors surmonté d'une chaudière présentant une faible épaisseur et une grande surface de chauffe (fig. 91); les gaz de la combustion sont obligés de suivre toutes les faces de la chaudière avant de gagner la cheminée. La chaleur est distribuée dans les locaux par des tuyaux en

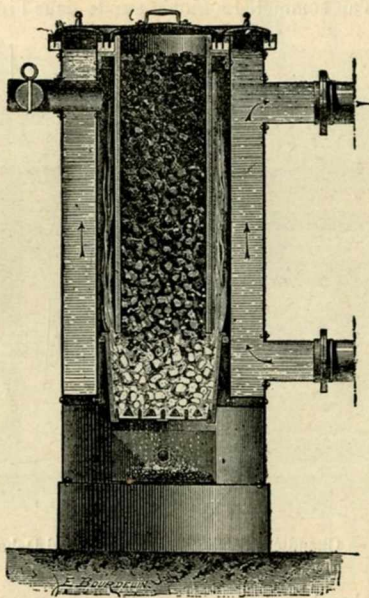


FIG. 92. — Thermo-continuo (Fernand Dehaitre).

fer ou en cuivre, lisses ou à ailettes. Un système spécial de ventilation amène l'air froid contre les parois chaudes des tuyaux et le distribue ensuite dans les locaux.

Ce système convient bien pour obtenir un chauffage continu, de jour et de nuit, dans des conditions économiques.

*Chaudières verticales.* — Les surfaces de chauffe, cylindres, tubes, etc., peuvent être disposées verticalement.

Le *thermo-continu* (fig. 92) est un des appareils les plus simples. Son centre est une sorte de trémie, fermée par un couvercle avec joint de sable, qui reçoit une provision de combustible assez considérable; une grille articulée permet d'activer le feu et de faire tomber les cendres. La fumée s'engage dans un cylindre concentrique, qui entoure le premier récipient et communique avec le tuyau. Une troisième enveloppe est remplie d'eau et communique avec les tuyaux de départ et de retour. La simplicité de cet appareil, la facilité de la manœuvre, qui rappelle celle d'un poêle mobile, permettent de le placer très souvent dans l'un des locaux à chauffer.

La figure 93 montre encore une disposition très simple qui convient bien pour hôtels, maisons d'habitation, serres, etc., en un mot pour de petites installations. L'eau chaude est placée dans une enveloppe S, qui entoure une sorte de poêle R ayant une porte F à la partie inférieure pour allumer et pour surveiller la combustion, un gueulard J pour le chargement et un tuyau de fumée A. Une partie de la fumée descend par des tuyaux cylindriques et remonte autour du liquide avant de s'échapper en O. Au-dessous de la grille se trouve le cendrier. Quand l'appareil est en train, il suffit de le charger à peu près toutes les vingt-quatre heures.

Dans d'autres modèles, l'enveloppe qui renferme l'eau présente une forme plus complexe, afin d'augmenter la surface de chauffe. Ainsi l'on peut ajouter une cloison creuse remplie d'eau et communiquant à chaque extrémité avec l'enveloppe cylindrique (fig. 94). Outre cette disposition, les plus grands modèles sont munis, comme le montre la figure, de tubes Field, semblables à ceux des machines à vapeur. Ce sont des tubes creux, renfermant chacun un tube plus étroit, ouvert aux deux bouts. L'eau se vaporise dans ces tubes et la vapeur s'élève dans l'espace annulaire,



CHAUFFAGE PAR L'EAU CHAUDE

qui est plus fortement chauffé, tandis qu'un courant d'eau moins chaude descend par le tube central. Le foyer se charge

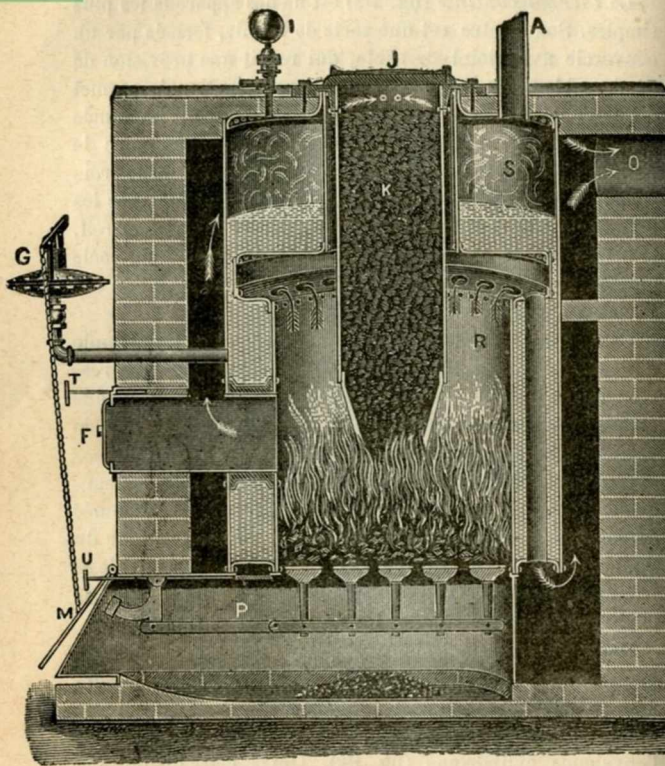


FIG. 93. — Chaudière verticale pour petites installations (Sée).

par la porte placée vers la partie inférieure, la flamme passe entre les tubes de Field et contourne la lame d'eau verticale, qu'elle chauffe extérieurement, tandis qu'elle chauffe inté-

TUYAUX DE CONDUITE

rieurement l'enveloppe cylindrique. Le conduit de fumée est à la partie inférieure, séparé du cendrier par une cloison en fonte

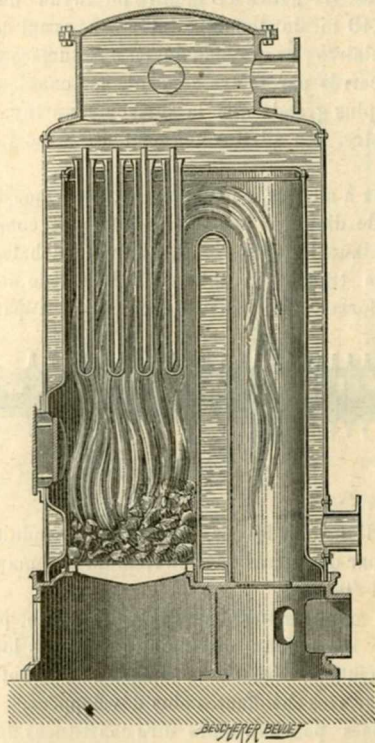


FIG. 94. — Chaudière verticale (Haillot).

*Tuyaux de conduite.* — Pour transporter l'eau de la chaudière aux locaux à chauffer et la ramener ensuite, on sert de tuyaux en cuivre, en fer ou en fonte, à surface lisse

ou munie de nervures. Dans ce cas, les tuyaux horizontaux portent des ailettes transversales ; les conduits verticaux peuvent être identiques ou porter des nervures longitudinales rectangulaires. La figure 95 montre un tuyau du premier genre, de 0,10 m. de diamètre intérieur, ayant des ailettes en tôle circulaires ; ce système donne une surface de chauffe de 3,50 m. carrés par mètre courant, par conséquent environ dix fois plus grande que la surface d'un tuyau lisse de même diamètre. Les ailettes augmentent en même temps la solidité.

Les tuyaux à ailettes, en augmentant la surface de chauffe, permettent de diminuer la longueur totale des conduits ; par suite ils diminuent le poids total, les frais d'achats, d'installation et de transport ; enfin ils réduisent le nombre des joints, qui forment la principale cause de réparations et

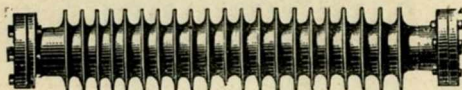


FIG. 95. — Tuyau à ailettes.

d'entretien. Dans tous les cas, les tuyaux de conduite doivent être réunis par des joints spéciaux, munis de manchons, et parfaitement étanches.

*Surfaces chauffantes.* — On se contente parfois de faire passer les tuyaux de conduite dans les locaux pour obtenir le chauffage nécessaire ; lorsque cela ne suffit pas, on établit des surfaces chauffantes plus développées.

Ces surfaces peuvent alors être constituées de diverses manières : on peut simplement replier les tuyaux de conduite plusieurs fois sur eux-mêmes. On peut encore employer des batteries de tuyaux, lisses ou à ailettes, tous verticaux ou tous horizontaux, réunis aux deux bouts par deux collecteurs perpendiculaires. Enfin on peut se servir de récipients de

## VASE D'EXPANSION

plus grande masse, auxquels on donne le nom de *poêles à eau chaude*.

Certains poêles sont formés d'un cylindre vertical, dans lequel circule l'eau, et dont la surface peut être lisse ou garnie de nervures; ce cylindre est souvent traversé par un ou plusieurs tubes verticaux A dans lesquels circule l'air de la pièce ou l'air froid appelé du dehors (fig. 96). D'autres

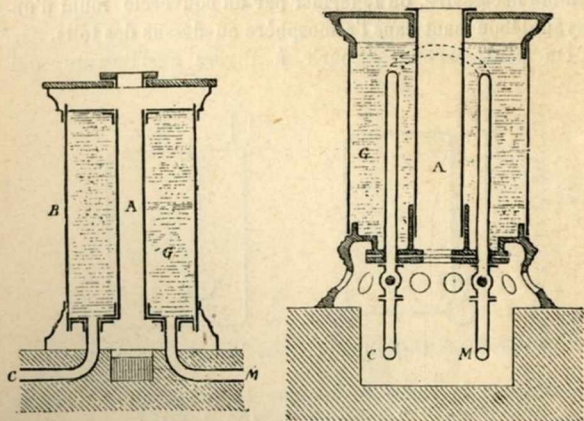


FIG. 96. — Poêles à eau chaude.

modèles renferment une masse d'eau fixe, qui s'échauffe par le seul contact de la canalisation fermée dans laquelle circule l'eau chaude; c'est la disposition représentée par le second dessin.

*Vase d'expansion.* — Ce vase doit avoir des dimensions suffisantes pour contenir le produit de la dilatation du liquide. Lorsqu'il est ouvert, la température ne dépasse pas 100 degrés et la dilatation n'est jamais supérieure à  $1/204$  du volume total; mais, à cause de l'augmentation de pression produite dans la chaudière par la colonne d'eau qui remplit

l'appareil, il peut arriver, surtout si le feu vient à être trop poussé, que des bulles de vapeur viennent crever à la surface du vase, en projetant à l'extérieur une certaine quantité d'eau. Ces projections peuvent dégrader le bâtiment ; en outre, si elles sont abondantes, le vase se vide et la circulation du liquide se trouve interrompue. Il faut donc faire le vase d'expansion beaucoup plus grand qu'il ne semble nécessaire, ou le fermer par un couvercle muni d'un tuyau débouchant dans l'atmosphère au-dessus des toits.

On peut encore recourir à divers avertisseurs, qui

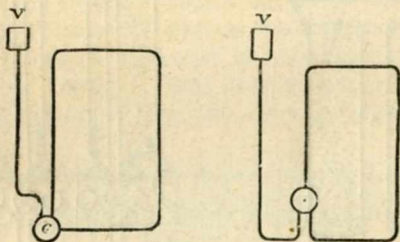


FIG. 97. — Dispositions diverses du vase d'expansion.

préviennent le chauffeur lorsque la température, dans le vase d'expansion, s'approche de 100 degrés ; on modère alors le feu. On peut placer le vase d'expansion au haut de la canalisation elle-même (fig. 98) ou à la partie supérieure d'un tube spécial (fig. 97). On peut encore, comme sur le second dessin de la même figure, le disposer au sommet d'un tube partant du bas de la chaudière ; il se trouve alors rempli d'une eau relativement froide ; mais, s'il se forme des bulles de vapeur, elles se rendent à la partie supérieure des tuyaux, où elles peuvent interrompre la circulation et produisent en se condensant des bruits désagréables et des secousses qui peuvent amener une rupture.

*Principaux modes de canalisation.* — Les tuyaux qui font communiquer les surfaces chauffantes avec la chaudière

peuvent offrir un grand nombre de dispositions. On doit préférer évidemment la plus avantageuse. La figure 98 montre l'installation la plus simple : l'eau chaude s'élève directement de la chaudière C jusqu'au vase d'expansion V et redescend ensuite successivement à chacun des étages, dans les poêles *p*. Par ce procédé, les étages inférieurs

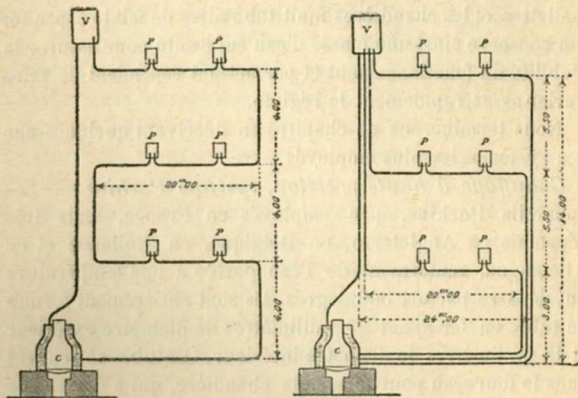


FIG. 98. — Divers modes de canalisation.

reçoivent l'eau déjà en partie refroidie ; il faut donc leur donner de plus grandes surfaces chauffantes.

Le système représenté par le second dessin est bien préférable : l'eau redescend directement du vase d'expansion à chacun des étages, qui la reçoivent dans les mêmes conditions, et revient de là à la chaudière.

*Divers systèmes de chauffage.* — Le chauffage à grand volume et sans pression, très en faveur autrefois, est presque complètement abandonné aujourd'hui, à cause des dimensions exagérées des appareils, de leur poids, de leur volume, et aussi parce que la grande masse du liquide



empêche de faire varier rapidement le régime pour suivre les variations brusques de la température. La présence d'un grand volume de liquide est encore plus dangereuse lorsque l'appareil fonctionne sous pression, parce que la rupture d'un poêle ou d'un tuyau peut causer de graves accidents.

On cherche aujourd'hui à restreindre la masse des appareils ; c'est pourquoi l'on emploie de préférence les tuyaux à ailettes et les chaudières multitubulaires de faible capacité. On conserve ainsi une masse d'eau suffisante pour assurer la stabilité du fonctionnement et permettant cependant de faire varier assez rapidement le régime.

Nous terminerons ce chapitre en décrivant quelques-uns des systèmes les plus employés.

*Chauffage à haute pression, système Perkins.* — Les appareils Perkins, peu employés en France, mais très répandus en Angleterre, en Belgique, en Hollande et en Allemagne, renferment de l'eau portée à une température qui dépasse parfois 300 degrés. Ils sont entièrement formés de tubes en fer ayant 27 millimètres de diamètre extérieur et 15 millimètres de diamètre intérieur. Ces tubes se replient dans le fourneau pour former la chaudière, qui a été décrite plus haut (fig. 91) ; dans les appartements, ils peuvent se dissimuler sous les plinthes ou se recourber en serpentins, qu'on place dans des gaines en fonte ou en bois figurant un piédestal de statue, un fût de colonne, un meuble ou toute autre disposition décorative ; pour la canalisation, leur faible diamètre permet de les introduire partout sans faire de dégradations. Les jonctions se font par des manchons à filets contraires, qui donnent un joint métallique parfaitement étanche.

Au sortir de la chaudière, placée dans la cave (fig. 99), l'eau suit le tuyau placé à gauche, se rend dans les appartements où elle traverse les serpentins formant les surfaces chauffantes, s'élève jusqu'au vase d'expansion, et redescend directement par le conduit situé à droite.



*Microsiphon.* — MM. Geneste et Herscher donnent ce nom à un système de chauffage à moyenne pression, qui se rapproche du système Perkins et qui est très employé en France. La canalisation entière est constituée, comme le nom l'indique, par des tuyaux en fer de petit diamètre (25 millimètres à l'intérieur).

Ce système présente, comme celui de Perkins, les avantages d'une marche et d'un arrêt rapides, mais il permet en outre d'arrêter ou de modérer le chauffage d'une salle quelconque, sans modifier celui des autres. C'est ce qui est impossible dans les appareils Perkins, où l'ensemble des canalisations forme une circulation continue unique.

La chaudière du microsiphon est constituée par le tuyau de fer lui-même, enroulé en spirale. L'eau monte directement de cette chaudière aux vases d'expansion et se rend ensuite aux salles à chauffer, où elle circule le long et au bas des parois portant les orifices de ventilation.

Sur cette ligne de circulation principale on établit des dérivations destinées au chauffage des salles et en général en nombre égal à celles-ci. Ces dérivations sont formées par un tuyau semblable au conduit principal, mais portant des ailettes, pour augmenter leur surface chauffante ; elles sont ordinairement repliées en spirale (fig. 100) et disposées au bas des parois vitrées, de manière à éviter les courants d'air froid produits par les joints ; le tout peut être caché par des plaques de tôle grillagée. Ces dérivations vont ensuite retrouver la conduite principale de retour.

Les ailettes sont en fer et frettées à contact intime sur les tubes. Elles sont excentrées, de sorte que le bord supérieur touche presque le tuyau ; cette disposition facilite l'enlèvement des poussières, ce qui, dans certains cas, par exemple dans les hôpitaux, présente une grande importance.

L'entrée de chaque dérivation est munie d'un robinet qu'on peut fermer pour arrêter le chauffage de la salle correspondante. On peut en outre placer, à côté de ce robinet, un

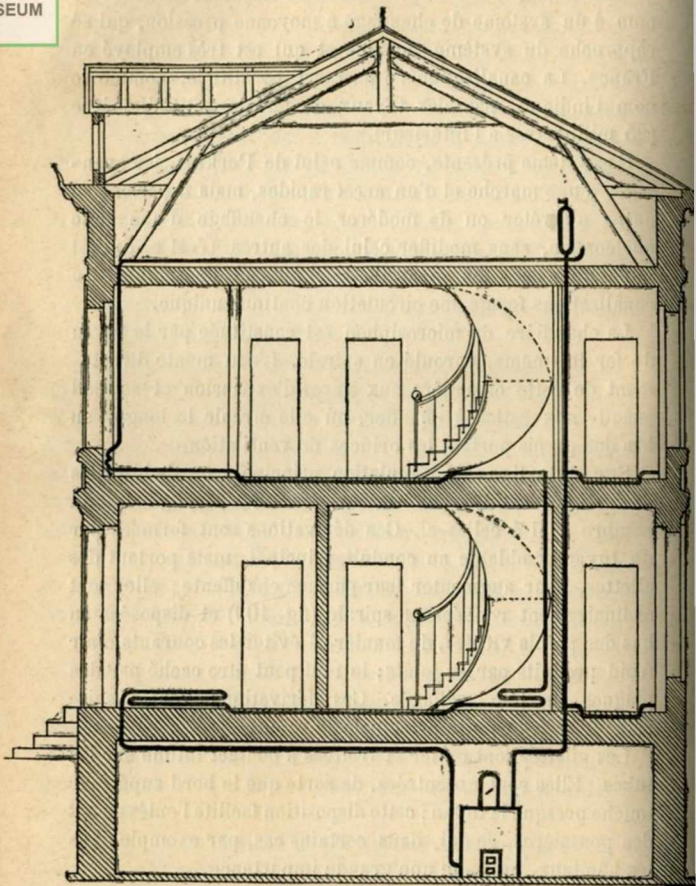


FIG. 99. — Chauffage d'une maison par le système Perkins.

## MICROSIPHON

régulateur de température qui agit, lorsque celui-ci est ouvert, pour laisser passer une quantité variable d'eau

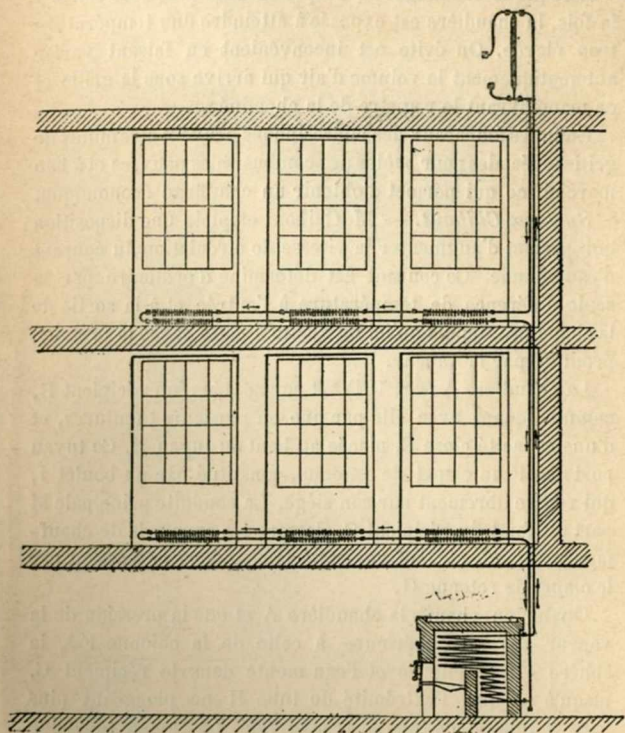


FIG. 100. — Chauffage par le microsiphon.

chaude et maintenir la salle à la température réglementaire. Les surfaces chauffantes sont toujours établies pour satisfaire aux froids rigoureux ; il y a donc lieu, pendant une



grande partie de l'hiver, de diminuer la quantité d'eau mise en circulation.

Lorsque le chauffage est suspendu dans plusieurs salles à la fois, la chaudière est exposée à atteindre une température trop élevée. On évite cet inconvénient en faisant varier automatiquement le volume d'air qui arrive sous la grille et en manœuvrant le registre de la cheminée.

Enfin les fourneaux des microsiphons peuvent être munis de grilles spéciales pour brûler des combustibles pauvres et à bon marché, ce qui permet d'obtenir un chauffage économique.

*Système Chibout.* — M. Chibout emploie une disposition qui permet d'augmenter la vitesse de circulation du courant d'eau chaude. Ce courant est déterminé d'ordinaire par la seule différence de température à l'entrée et à la sortie de la chaudière, tandis qu'ici on ajoute à cette cause la pression produite par la vapeur.

La chaudière A (fig. 101) est surmontée d'un récipient B, communiquant avec elle par une ou plusieurs tubulures, et d'une capacité close C, placée au haut du tuyau H. Ce tuyau porte en F un clapet de retenue, constitué par un boulet I, qui repose librement sur son siège. La conduite principale M part du fond du récipient C, dessert les appareils de chauffage  $n$ ,  $n^1$ ,  $n^2$ , etc., et revient à la chaudière en passant par le clapet de retenue G.

Quand on chauffe la chaudière A et que la pression de la vapeur devient supérieure à celle de la colonne FO, la sphère I est soulevée et l'eau monte dans le récipient C, jusqu'à ce que, l'extrémité du tube H ne plongeant plus dans le liquide, ce tube se trouve vidé. La vapeur répandue en B se condense et détermine un vide partiel. A ce moment, la pression de la colonne d'ascension ne faisant plus équilibre à la pression de la colonne de retour M, l'eau refroidie de cette colonne soulève le boulet I' et rentre dans la chaudière. Là, cette eau s'échauffe de nouveau et le mouvement recommence.

SYSTÈME CHIBOUT

Si le récipient C s'ouvrait à l'air libre, il y aurait un

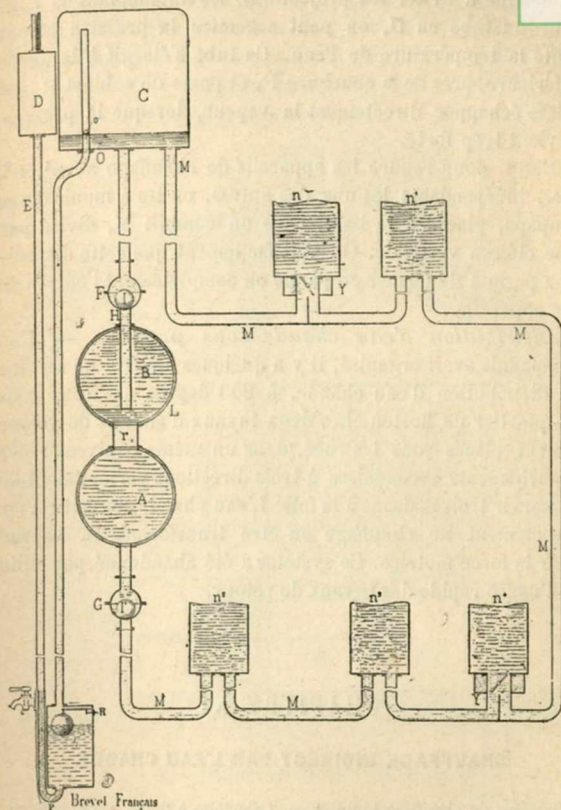


FIG. 101. — Chauffage à eau chaude, système Chibout.

perte de vapeur, qu'on évite en le fermant par un tube en U plein d'eau OPE, qui forme soupape hydraulique et se



termine par un vase de trop-plein D, ouvert à l'air libre, et destiné à éviter les projections. En augmentant la hauteur du tube en U, on peut accroître la pression et par suite la température de l'eau. Ce tube s'élargit à la partie inférieure, près de la courbure P, et porte un robinet R, qui laisse échapper directement la vapeur, lorsque la pression devient trop forte.

Enfin, pour rendre les appareils de chauffage  $n$ ,  $n^1$ ,  $n^2$ , etc., indépendants les uns des autres, on les a munis d'une soupape, placée à la base, dans un conduit Y, divisé par une cloison verticale. On voit facilement que cette disposition permet de fermer en partie ou complètement l'entrée de ces appareils.

*Distribution d'eau chaude sous pression.* — Une compagnie avait organisé, il y a quelques années, un service de distribution d'eau chaude, à 200 degrés environ, dans un quartier de Boston. Les deux tuyaux d'aller et de retour étaient placés sous les rues, dans un même caniveau : des branchements secondaires à trois directions permettaient de desservir trois maisons à la fois. L'eau chaude pouvait servir directement au chauffage ou être transformée en vapeur pour la force motrice. Ce système a été abandonné, par suite de l'usure rapide des tuyaux de retour.

---

## CHAPITRE XI

### CHAUFFAGE INDIRECT PAR L'EAU CHAUDE

Principe du chauffage indirect. — Calorifère à tubes. — Calorifère d'Hamelin-court. — Chauffage par colonnes de tuyaux à lames.

*Principe du chauffage indirect.* — Au lieu d'envoyer à distance l'eau chaude dans les locaux à chauffer, on peut l'utiliser indirectement pour le chauffage en la faisant cir-

culer dans un appareil très ramassé adjoint à la chaudière, au contact duquel s'échauffe l'air qu'on envoie ensuite dans les salles à chauffer. On a ainsi un véritable calorifère à air chaud, dans lequel l'air est chauffé par l'intermédiaire de l'eau, au lieu de l'être directement par le contact de la fumée, ce qui donne une température moins élevée et plus régulière.

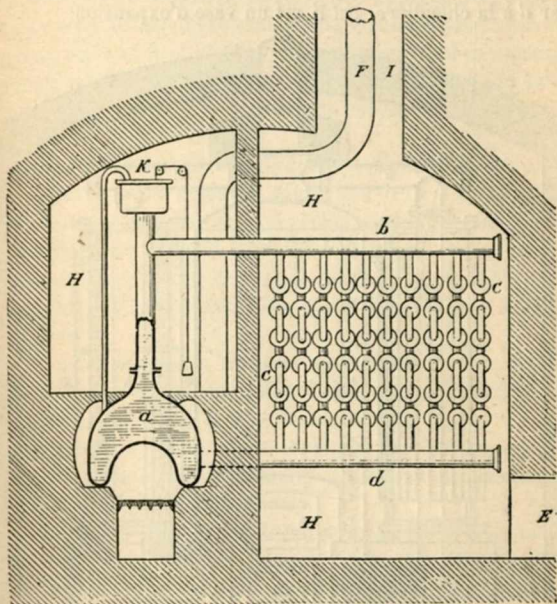


FIG. 102. — Calorifère à tubes.

Ce procédé a encore l'avantage d'être beaucoup moins encombrant que le chauffage direct par l'eau chaude dans les pièces chauffées ; mais il encombre beaucoup les sous-sols et surtout les échauffe, ce qui est parfois un inconvénient plus grave.



Il existe un certain nombre d'appareils fondés sur ce principe, et dans la plupart desquels on a cherché à augmenter la surface de chauffe.

Le calorifère à tubes (fig. 102) comprend une chaudière à eau *a*, chauffée par dessous et latéralement : l'eau chaude passe dans le tube *b*, descend à travers les tubes *c* et revient par *d* à la chaudière. En K est un vase d'expansion.

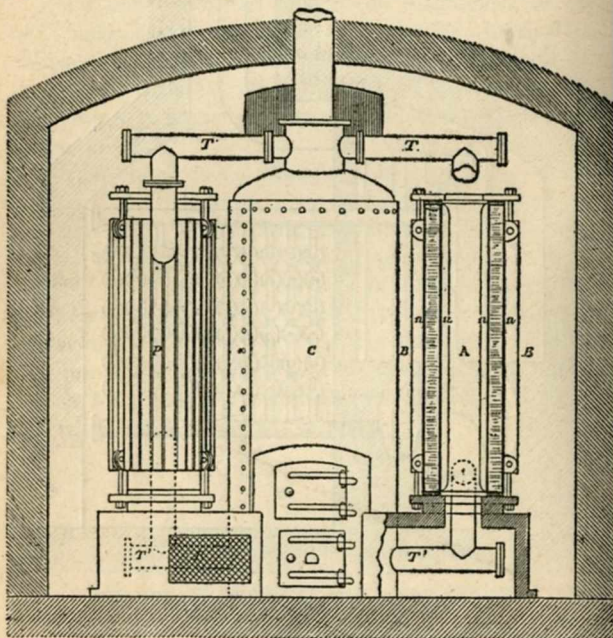


FIG. 103. — Calorifère d'Hamelin court [Anceau]  
(chauffage indirect).

L'air frais arrive par E dans la chambre H où il s'échauffe au contact des tubes et s'échappe en I. La fumée passe à la partie postérieure et sort par la cheminée F.

On peut disposer les tubes en quinconce et les garnir d'ailettes pour augmenter les surfaces et retarder le passage de l'air.

En Angleterre, on remplace les tubes par des caisses en fonte.

*Calorifère d'Hamelin-court.* — Cet appareil (fig. 103) se compose d'une chaudière centrale C, communiquant par des tuyaux tels que T et T' avec un certain nombre de colonnes creuses qui l'entourent. L'eau chaude monte jusqu'aux tubes T, redescend par les colonnes et revient à la chaudière par T'.

L'air entre par la partie inférieure et circule à la fois en A, dans l'intérieur des colonnes, et tout autour en B. Les surfaces intérieures et extérieures de ces colonnes sont garnies de nervures, les joints du haut et du bas sont formés par un caoutchouc comprimé par une rondelle en fonte qu'assemblent des boulons à œil rabattants. Une chemise en briques entoure l'appareil.

On peut au besoin disposer un certain nombre de ces colonnes creuses dans les pièces à chauffer, en les reliant par deux tubes tels que TT' avec la chaudière.

Le même système a été appliqué au chauffage par la vapeur, en diminuant le diamètre des tuyaux qui conduisent la vapeur aux colonnes creuses.

*Chauffage par colonnes de tuyaux à lames.* — La même maison emploie aussi un dispositif plus simple (fig. 104). Dans la cave est placée une chaudière à eau sans pression, du type vertical, à foyer intérieur, qui communique avec une double conduite horizontale servant pour l'aller et le retour. Cette tuyauterie porte, de distance en distance, une colonne verticale formée de deux tuyaux, à lames longitudinales, de 6 centimètres de diamètre intérieur, accouplés à leur partie supérieure; l'eau venant de la chaudière monte par l'un de ces tuyaux, redescend par l'autre et revient par le tuyau de retour horizontal.

Chaque colonne est placée dans une gaine verticale, divisée en autant de compartiments superposés qu'il y a d'étages à chauffer. Dans chaque compartiment, l'air froid entre à la partie inférieure, s'échauffe au contact des tuyaux, et sort par une bouche située dans la plinthe ou dans le parquet de l'étage supérieur. La moyenne des températures des deux tuyaux étant la même dans tous les compartiments, on obtient une répartition bien égale de la chaleur à tous les étages. Un vase d'expansion V est placé dans les combles. Ce système évite l'encombrement des caves et supprime

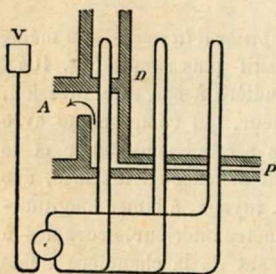


FIG. 104. — Chauffage indirect.

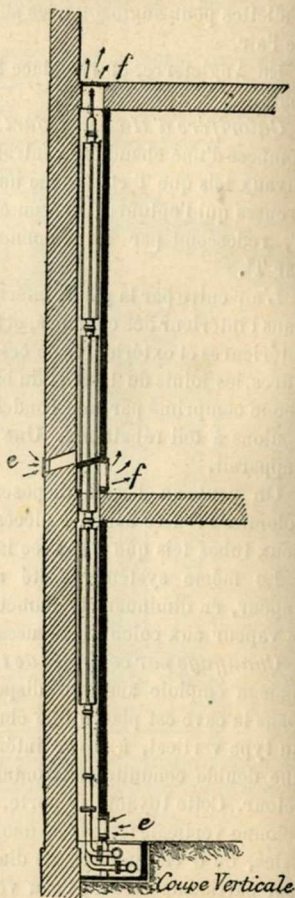


FIG. 105. — Colonne de tuyaux à lames (Anceau).

en outre les conduits à forte pente nécessités par les calorifères à air chaud.

La figure 105 montre le détail des tuyaux; on voit au bas une coupe des deux conduits principaux, placés au haut de la cave; à chaque étage l'air frais entre en *e* et sort chaud en *f*.



## CHAPITRE XII

### CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR

Principe du chauffage par la vapeur. — Divers modes de chauffage. — Chaudières. — Soupapes de sûreté. — Détendeur-régulateur de pression — Régulateurs de température. — Canalisation. — Surfaces chauffantes; poêles à vapeur. — Purgeurs d'air. — Chauffage à basse pression et à retour indirect. — Chauffage par distribution de vapeur. — Chauffage par la vapeur d'échappement. — Chauffage pneumatique.

*Principe du chauffage par la vapeur.* — La vapeur d'eau peut être employée pour le chauffage des édifices. Elle offre l'avantage de pouvoir céder en se condensant un très grand nombre de calories, elle peut être transportée facilement jusqu'à 300 ou 400 mètres, et même plus loin, sans perte de chaleur exagérée. Enfin l'emploi de la vapeur est tout indiqué dans les usines où on l'utilise déjà pour faire mouvoir les machines, et les appareils, lorsqu'ils sont bien installés, ne donnent ni fuites, ni accidents.

Malgré ces avantages incontestables, le chauffage par la vapeur seule n'est guère employé en France que depuis 1872, parce que les appareils essayés auparavant étaient mal installés et donnaient des bruits désagréables et des secousses qui pouvaient amener des fuites.

Une installation de chauffage par la vapeur comprend un ou plusieurs générateurs de vapeur, des surfaces chauffantes,



des conduits pour l'aller et le retour, enfin des appareils de distribution et de réglage, qui sont indispensables pour assurer un bon fonctionnement.

*Divers modes de chauffage.* — Lorsque la pression dans la canalisation ne dépasse pas 1,5 à 2 atmosphères, le chauffage est dit à *basse pression*; il est à *haute pression*, lorsque la force élastique de la vapeur dépasse notablement cette limite. Le premier mode convient surtout aux maisons d'habitation; le second s'applique surtout dans les usines, il exige des canalisations établies avec beaucoup de soin et des joints parfaits : on doit alors éviter l'emploi de la fonte, de crainte d'explosion.

L'eau condensée peut retourner directement à la chaudière ou se réunir dans un récipient, d'où elle est ensuite refoulée dans le générateur. Le premier système est dit à *retour direct*, le second à *retour indirect*. Dans la première méthode, la circulation de la vapeur est due seulement à la différence de pression entre la chaudière et les appareils de chauffage; cette différence est souvent assez faible. Ce procédé convient donc plutôt aux petites installations, tandis que le second, dans lequel on peut disposer, comme force motrice, de toute la pression de la vapeur, peut s'appliquer aux édifices plus considérables.

*Chaudières.* — On peut employer comme générateurs presque tous ceux qui servent pour les machines à vapeur, et en particulier les chaudières tubulaires, qui sont ici sans inconvénients, puisqu'on vaporise toujours à peu près la même eau et que par conséquent on n'a pas à craindre les incrustations.

Pour les petites installations, on se sert des chaudières verticales, à foyer intérieur, qui sont peu encombrantes et faciles à mettre en régime, puisqu'elles contiennent peu d'eau.

La chaudière employée par M. Monnot (fig. 106) est cylindrique et construite en tôle d'acier soudée et d'une seule

CHAUDIÈRES

pièce, sans rivets ni boulons, ee qui lui assure une étanchéité

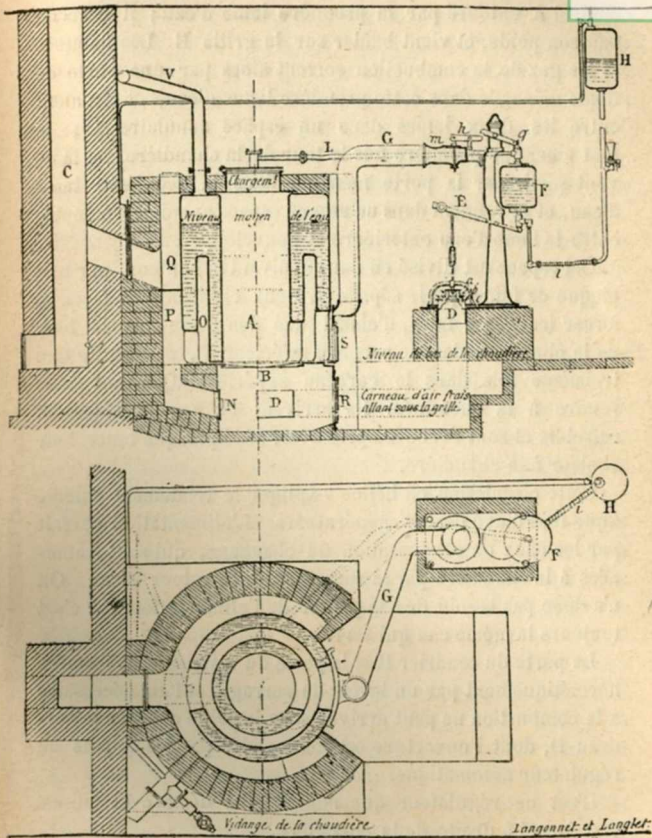


FIG. 106. — Chaudière automatique à basse pression (Monnot).

plus grande et une durée plus longue. La surface de chauffe est formée par deux lames d'eau circulaires, d'une assez

faible épaisseur. Le combustible est chargé dans le cylindre central A entouré par la première lame d'eau ; il descend par son poids, et vient brûler sur la grille B. Les flammes et les gaz de la combustion sortent alors par une porte en dôme ménagée dans cette première lame d'eau, et circulent entre les deux lames dans un espace annulaire O ; ils font ainsi une première fois le tour de la chaudière. De là ils vont sortir par la porte ménagée dans la deuxième lame d'eau, et se rendent dans un second espace annulaire, compris entre la lame d'eau extérieure et l'enveloppe en maçonnerie.

Cet espace est divisé en deux, suivant la hauteur, par une plaque de fonte qui le sépare en deux carneaux, de façon à forcer les gaz à faire, d'abord une deuxième fois le tour de la chaudière dans le carneau inférieur P, et ensuite une troisième fois dans le carneau supérieur Q, avant de se rendre à la cheminée. Ils arrivent là considérablement refroidis et sont évacués après avoir cédé presque toute leur chaleur à la chaudière.

Cette circulation en hélice explique le rendement calorifique très élevé de ces générateurs. L'alimentation se fait par les eaux de condensation du chauffage, qui sont ramenées à la chaudière par la canalisation de retour d'eau. On n'a donc pas besoin de s'inquiéter de l'alimentation, car c'est toujours la même eau qui sert.

La porte du cendrier R et la porte du foyer S sont fermées hermétiquement par un levier de serrage, et l'air nécessaire à la combustion ne peut arriver sous la grille que par le carneau D, dont l'ouverture est commandée par les clapets du régulateur automatique.

C'est ce régulateur que nous allons décrire et qui est représenté à droite de la chaudière.

*Régulateur d'admission d'air.* — Les chaudières sont souvent munies d'un régulateur qui règle l'activité de la combustion, en admettant sous la grille une quantité d'air variable. La chaudière précédente possède un de ces régulateurs.

## RÉGULATEUR D'ADMISSION L'AIR

Il se compose essentiellement d'un réservoir mobile  $F$ , en cuivre rouge, monté sur une des extrémités d'un levier  $E$ . Ce levier est mobile autour d'un axe et porte à son autre extrémité un contrepoids et une tige actionnant les rondelles  $a, b, c$ , qui commandent l'arrivée d'air au foyer  $D$ .

Le réservoir mobile communique, par sa partie supérieure, avec la chaudière au moyen d'un tuyau flexible  $I$ , qui lui laisse son libre mouvement; il est rejoint, par sa partie inférieure, à un réservoir fixe d'égale capacité  $H$ , placé, au dessus du premier, à une hauteur représentant, en colonne d'eau, la pression à laquelle on désire marcher. On place généralement ce deuxième réservoir à  $2^m,50$  de hauteur, ce qui correspond à  $1/4$  d'atmosphère de pression.

Ceci posé, voyons comment cet ensemble fonctionne pour maintenir la pression dans les limites assignées d'avance.

Le réservoir mobile  $F$  est rempli d'eau; lorsque la vapeur se forme dans la chaudière, elle vient en contact avec l'eau de ce réservoir, et la refoule dans le réservoir supérieur  $H$  au fur et à mesure que sa pression augmente.

Le poids du réservoir  $F$  diminuant progressivement, le contre-poids l'emporte, et ferme, petit à petit, l'entrée d'air  $D$ , à mesure que la pression dans la chaudière augmente. On règle la position du contre-poids de façon que l'entrée d'air soit complètement fermée lorsque la pression atteint  $1/4$  d'atmosphère. Jusque-là, cette entrée a été réduite constamment, et, en même temps, la combustion a diminué d'intensité.

La grille étant privée d'air, la pression va tomber ou tout au moins rester stationnaire. Si, par hasard, elle continuait à monter, toute l'eau du réservoir  $F$  serait refoulée dans le réservoir supérieur  $H$ , et le contre-poids, l'emportant alors brusquement, ferait agir le levier supérieur  $g$  sur le clapet  $m$  communiquant par le tuyau  $G$  avec les carneaux de la chaudière au-dessus de la grille. L'ouverture de ce clapet produirait une circulation d'air frais dans ces car-





neaux, qui aurait pour résultat de faire retomber instantanément la pression à son régime normal ; dès lors, l'eau du réservoir supérieur H n'étant plus maintenue en place par l'excès de pression redescendrait dans le réservoir mobile F, augmenterait son poids, et ce dernier l'emportant sur celui du contre-poids, les rondelles de l'entrée d'air sous la grille se rouvriraient progressivement de manière à maintenir la pression constante.

*Souppes de sûreté.* — Les chaudières exigent encore

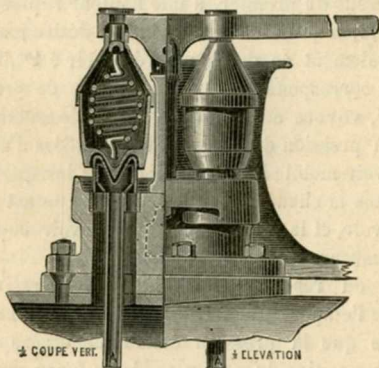


FIG. 107. — Souppes de sûreté (coupe verticale et élévation).

un certain nombre d'appareils accessoires dont nous allons indiquer les principaux.

Malgré les régulateurs de combustion, la pression de la vapeur peut devenir trop forte ; il est donc utile d'avoir une souppe de sûreté à grand débit, qui en laisse échapper une partie ; on dirige ordinairement le jet dans le cendrier, sous la grille, afin de modérer le feu.

La souppe Wilson (fig. 107) est munie d'un tube central A par lequel elle communique avec la chaudière ; c'est la vapeur arrivant par ce tube qui soulève la souppe, et non

## DÉTENDEUR-RÉGULATEUR

celle qui s'échappe par l'espace annulaire qui entoure cette vapeur n'est donc pas refroidie et agit sur la soupape avec toute sa pression. Le ressort qui maintient cette soupape fermée est entouré d'une enveloppe qui le met à l'abri de la vapeur et empêche aussi de la surcharger; il est donc impossible de dépasser la pression réglementaire.

*Détendeur-régulateur de pression.* — Il est utile d'ajouter aussi un détendeur, destiné à ramener la vapeur

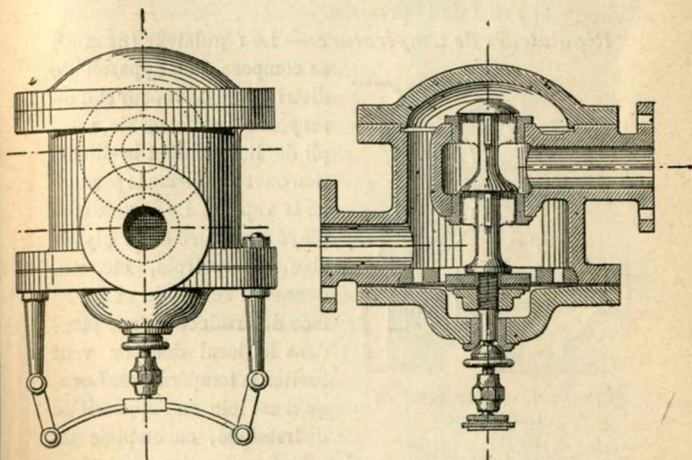


FIG. 108. — Détendeur de vapeur.

à une pression constante. Cet appareil (fig. 108) comprend une chambre intérieure, qui reçoit à droite la vapeur à pression variable venant de la chaudière, deux soupapes équilibrées, fixées sur le même axe et pouvant obstruer les deux orifices, inférieur et supérieur, de cette chambre, enfin une chambre extérieure de détente, de laquelle part la vapeur à pression constante.

La base de cette dernière chambre est fermée par une

membrane en cuivre mince, plissée, sur laquelle s'exerce la pression de la vapeur détendue, et qui est maintenue par son bord extérieur. Cette membrane est traversée à joint étanche par l'axe des soupapes, qui vient agir sur un ressort à lames, suspendu à l'appareil par deux tiges à étriers, fixées sur la chambre de détente. Le mouvement de la membrane est d'ailleurs limité par deux disques pourvus de rainures rayonnantes, qui empêchent la membrane en cuivre de se coller sous l'effet de la pression.

*Régulateurs de température.* — Le régulateur (fig. 109)

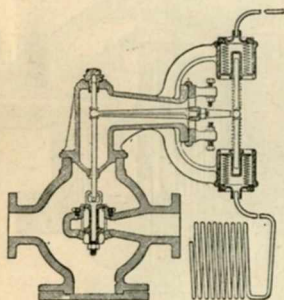


FIG. 109. — Régulateur de température.

se compose d'un appareil de distribution de vapeur et d'un serpentin indéformable, rempli de liquide dont la dilatation ouvre ou ferme le passage de la vapeur. Le liquide employé peut être de la glycérine, du pétrole, etc. On donne au serpentin une surface déterminée et on le place dans le local dont on veut limiter la température. Lorsqu'il est loin de l'appareil de distribution, on emploie un

dispositif spécial pour annuler l'influence des variations de température qui peuvent affecter le tube de communication.

L'appareil de distribution comprend une petite chambre intérieure, qui reçoit la vapeur par la droite, et une chambre extérieure sphérique, qui l'envoie par la gauche aux conduits de distribution. Les deux ouvertures de la chambre intérieure peuvent être ouvertes ou fermées à la fois par une soupape équilibrée, rattachée à une tige verticale soudée en deux points. Cette tige elle-même porte deux épaulements entre lesquels vient agir la fourche

qui termine l'une des extrémités d'un levier horizontal, en commande, traversant à joint étanche une membrane ondulée, et dont la course est limitée, en haut et en bas, par deux vis de butée. L'autre extrémité du levier est commandée par un dispositif dont nous n'indiquerons pas les détails, et qui comprend essentiellement une tige verticale pourvue de deux ressorts, et reliée aux extrémités à deux cylindres ondulés, déformables, appelés *soufflets*, sur lesquels agit l'appareil de dilatation. Celui-ci met en mouvement les deux guides, qui entraînent, par l'intermédiaire des ressorts, la tige verticale et le levier horizontal qui lui est rattaché ; celui-ci, de son côté, fait mouvoir les soupapes qui ouvrent ou ferment le passage de la vapeur, suivant le sens du mouvement.

Dans d'autres modèles (fig. 110) l'appareil d'admission de vapeur est placé, comme le serpentin rempli de liquide, dans le local même dont on veut régler la température. Cet appareil d'admission fait alors partie de la conduite qui alimente les surfaces chauffantes du local desservi. Le serpentin peut être placé plus ou moins loin du régulateur proprement dit, avec lequel il communique par un tube débouchant dans une pièce fixe, qu'on voit à gauche, et dont l'intérieur communique avec un tube recourbé et aplati, analogue à un tube de manomètre, mais beaucoup plus robuste. L'autre

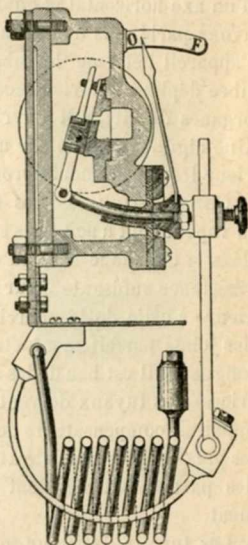


FIG. 110. — Régulateur de température Geneste et Herscher.

200

extrémité de ce tube est rattachée à un levier recourbé, dont la seconde branche traverse à joint hermétique un tube en caoutchouc muni d'une collerette serrée dans un joint à bride.

L'appareil d'admission est formé d'une boîte à tiroir en fonte, avec un siège en bronze sur lequel glisse une petite plaque entraînée par l'axe d'un cadre, mobile lui-même autour d'un axe horizontal et guidé par le levier recourbé dont nous avons parlé plus haut. La dilatation du liquide contenu dans l'appareil déforme le tube manométrique, dont l'extrémité libre déplace le levier recourbé, qui, par l'intermédiaire des organes décrits, fait ouvrir ou fermer l'entrée de la vapeur. Une aiguille mobile sur un secteur gradué indique à l'extérieur les mouvements produits.

*Canalisation.* — Les tuyaux en fer étiré qui conduisent la vapeur sont à peu près semblables à ceux que l'on emploie dans le chauffage à l'eau chaude; ils doivent présenter une résistance suffisante pour supporter une pression très supérieure à celle de la marche normale et être assemblés par des joints parfaitement étanches. Lorsqu'ils ont une grande longueur, il est bon de les entourer d'enveloppes peu conductrices. Ces tuyaux doivent porter de distance en distance des appareils compensateurs de la dilatation. Une des dispositions les plus simples consiste à ménager, tous les 20 ou 25 mètres, des parties cintrées dont la courbure peut changer légèrement.

Les tuyaux de retour, n'ayant généralement aucune pression à supporter, peuvent être en fonte, à moins qu'ils ne soient exposés aux chocs.

*Surfaces chauffantes.* — Ces surfaces sont formées le plus souvent par des tuyaux à ailettes, qui offrent les mêmes avantages que dans le chauffage à eau chaude. On les dispose ordinairement au bas des murs et des surfaces vitrées.

On peut se servir aussi de poêles à vapeur. Dans le modèle Haillot, représenté figure 111, la vapeur arrive dans un

SURFACES CHAUFFANTES

réceptif cylindrique à nervures, figuré ouvert, autour duquel l'air de la pièce circule dans une double enveloppe.



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM

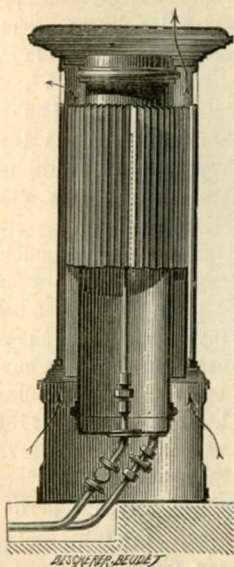


FIG. 111. — Poêle  
à vapeur de Haillot.

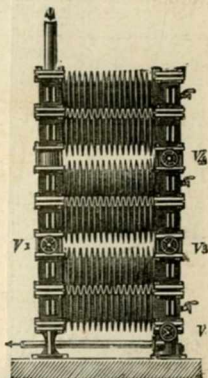


FIG. 112. — Poêle  
à surface de chauffe variable.

La figure 112 montre un poêle formé de tuyaux à ailettes en fonte. Ces tuyaux sont aplatis dans le sens de l'épaisseur et munis d'ailettes de même forme, venues de fonte avec eux. Les extrémités sont un peu plus larges et portent des brides carrées parallèles à l'axe des tubes, qui servent à réunir entre eux les divers éléments du poêle. On interpose entre ces brides une rondelle d'amiante et on les joint par quatre boulons. La vapeur entre par le sommet du poêle et l'eau de condensation sort par un des pieds, qui est creux. On



peut faire varier la chaleur dégagée, soit en disposant au sommet un robinet d'admission qu'on ouvre plus ou moins complètement, soit en plaçant entre les divers éléments, comme le montre la figure, des valves  $V^1$ ,  $V^2$ ,  $V^3$ ,  $V^4$ ; en ouvrant seulement un certain nombre de ces valves, la vapeur ne traverse qu'une partie des tubes élémentaires.

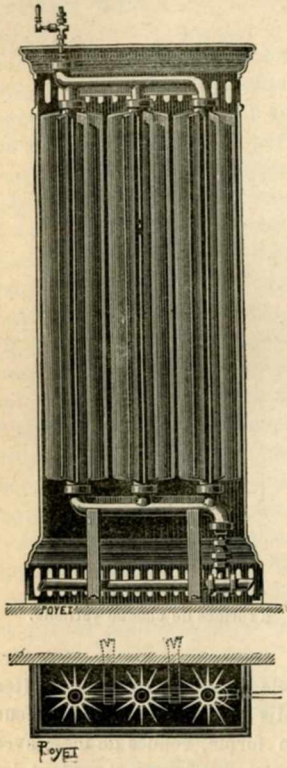


FIG. 113. — Poêle à vapeur Grouvelle.

M. Grouvelle emploie des surfaces chauffantes formées d'un certain nombre de tuyaux verticaux, à nervures extérieures, réunis aux deux bouts par deux collecteurs horizontaux (fig. 113). La vapeur arrive par le robinet du haut et l'eau de condensation sort à la partie inférieure. Ces tubes sont entourés d'une enveloppe extérieure, ronde ou rectangulaire, dans laquelle l'air du local circule et s'échauffe.

En Amérique, on emploie beaucoup d'appareils appelés *radiateurs*, qui sont formés d'une caisse en fonte sur laquelle on visse un certain nombre de tubes verticaux,

isolés ou réunis deux à deux par leur extrémité supérieure. La figure 114 montre un radiateur d'un nouveau système, pouvant servir pour la vapeur à basse pression ou pour l'eau

## PURGEURS D'AIR

chaude; elle permet de voir facilement la disposition des tubes.

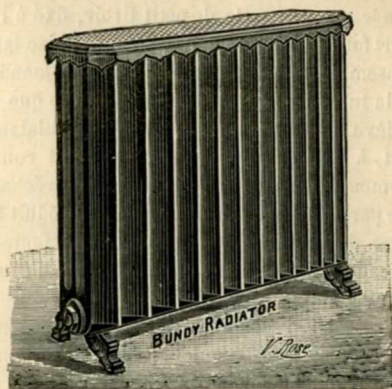


FIG. 114. — Radiateur Bundy.

*Purgeurs d'air.* — Il est indispensable de pouvoir chasser l'air des surfaces chauffantes et des conduites secondaires qui les desservent, lorsqu'on commence à y lancer la vapeur; il faut aussi pouvoir chasser dans les conduites de retour l'eau de condensation, qui peut séjourner dans les points les plus bas des conduites et finirait par les obstruer. C'est le rôle des purgeurs.

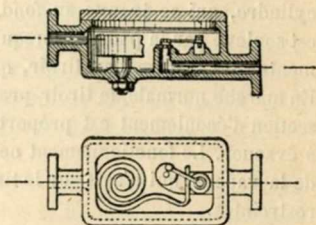


FIG. 115. — Purgeur thermométrique Geneste et Herscher.

Le purgeur thermométrique Geneste et Herscher (fig. 115) utilise la dilatation d'une lame bimétallique. Il se compose d'une boîte en fonte munie de deux tubulures, qui la font



communiquer à gauche avec les surfaces chauffantes, à droite avec les conduites de retour. Cette dernière tubulure peut être masquée par une sorte de petit tiroir, fixé à l'extrémité d'un ressort formé d'une lame de cuivre et d'une lame d'acier soudées ensemble sur toute leur longueur. Quand l'appareil est froid, la tubulure est ouverte ; à mesure que la température s'élève, la lame bimétallique, en se dilatant, déplace le tiroir et, à 100 degrés, la fermeture est complète. Au commencement, l'orifice est ouvert et laisse échapper l'air ; il se ferme par suite de l'échauffement que produit la vapeur, puis s'ouvre de nouveau lorsque la boîte en fonte se trouve remplie d'eau condensée et refroidie ; un état d'équilibre finit bientôt par s'établir.

La figure 116 représente un autre purgeur destiné uniquement à laisser écouler l'eau de condensation. Il est fondé sur le principe d'Archimède. Deux cylindres, de densité et de volume différents, sont fixés aux deux extrémités d'une tige qui peut osciller autour d'un axe horizontal. Cet axe porte une manivelle servant à commander un levier, à l'extrémité duquel est fixé un tiroir qui couvre ou démasque l'orifice de sortie de l'eau condensée. Le gros cylindre, qui se trouve au fond lorsque l'appareil est vide, est soulevé par la poussée lorsqu'il y a de l'eau ; ces mouvements sont transmis au tiroir, qui ouvre ou ferme l'orifice. En marche normale, le tiroir prend une position telle, que la section d'écoulement est proportionnelle à la quantité d'eau à évacuer. Le fonctionnement ne dépend pas de la pression de la vapeur, qui n'agit sur le tiroir que dans des limites très restreintes.

On peut ajouter à cet appareil un robinet qu'on ouvre pour expulser l'air, chaque fois qu'on lance la vapeur dans un conduit non encore en service. On peut aussi disposer sur le purgeur à contrepoids les organes du purgeur thermométrique décrit plus haut (fig. 117), mais en réglant la spirale pour qu'il serve uniquement de purgeur d'air.

*Chauffage à vapeur à basse pression et à retour indirect.* — MM. Geneste et Herscher emploient la disposition suivante. La vapeur, fournie par une chaudière A placée en contre-bas de l'installation, monte par un tuyau vertical jusqu'au haut de l'édifice, où se trouve un régulateur de pression B (fig. 108); de là elle redescend, par un tuyau en pente douce, jusqu'en un point C où se trouve un purgeur

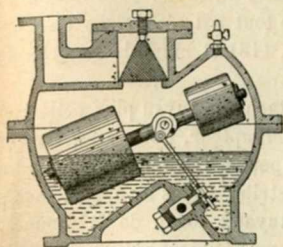


FIG. 116. — Purgeur à contrepoids (Geneste et Herscher).

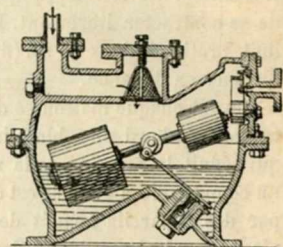


FIG. 117. — Purgeur à contrepoids muni d'un purgeur d'air (Geneste et Herscher).

d'air et d'eau de condensation, d'où le liquide condensé est ramené à la chaudière. Du tuyau BC partent les conduits secondaires de distribution, qui descendent verticalement, alimentent les surfaces chauffantes (tuyaux à ailettes) et débouchent dans la conduite de retour CA; en chaque point de jonction avec ce tuyau se trouve placé un purgeur thermométrique.

*Chauffage par distribution de vapeur.* — Aux États-Unis, on emploie dans certaines villes un mode de chauffage très original, dans lequel on utilise la vapeur produite dans une usine centrale. Ce procédé, dû à M. Holly, est appliqué notamment à Springfield, Mass.; Denver, Col.; Detroit, Mich.; Lynn, Mass.; Auburn, N.-Y., et dans beaucoup d'autres villes.

La vapeur est produite dans les chaudières de la station

centrale et envoyée par des tuyaux chez les consommateurs. A Lockport, il y avait déjà, en 1880, trois cents abonnés, desservis par une série de tuyaux formant une longueur totale de 4 milles. Pour éviter la condensation, les tuyaux sont enveloppés d'une couche d'amiante, puis de plusieurs autres matières peu conductrices. Ce système est entouré d'un tuyau de bois plus large, dont il est séparé par une couche d'air. L'élasticité des enveloppes permet au tuyau de se dilater et de se contracter librement. Le tout est placé dans un conduit pratiqué dans le sol (fig. 118) et muni de regards de distance en distance.

Devant chaque maison se détache un tuyau plus petit, qui traverse d'abord un robinet interrupteur, puis un régulateur qui réduit la pression de la vapeur à la limite voulue, enfin un compteur. La chaleur est distribuée dans les appartements par des appareils formés de tuyaux longs de 30 pouces, placés verticalement, soit dans un récipient cylindrique, soit à plat sur deux rangs, et réunis ensemble par les deux extrémités.

L'ouverture supérieure laisse entrer la quantité de vapeur qu'on désire. L'eau de condensation est conduite au tuyau de retour à travers un serpentin placé dans une chambre en briques, qu'on voit à droite du sous-sol. L'air froid du dehors pénètre dans cette chambre, enlève à l'eau le reste de sa chaleur, et, ainsi chauffé, pénètre ensuite dans les appartements.

*Chauffage par la vapeur d'échappement.* — Le système Chaize est employé par MM. Sée pour le chauffage des ateliers et établissements qui font usage de machines à vapeur : il utilise pour le chauffage, sans nuire au vide, une partie de la vapeur d'échappement qui sort du cylindre, le reste allant au condenseur comme d'ordinaire. Il suffit de placer, à la sortie du cylindre, un tube en forme de T, avec un robinet de forme spéciale *a*, dont la figure 119 fait comprendre le fonctionnement. Ce robinet permet d'envoyer la

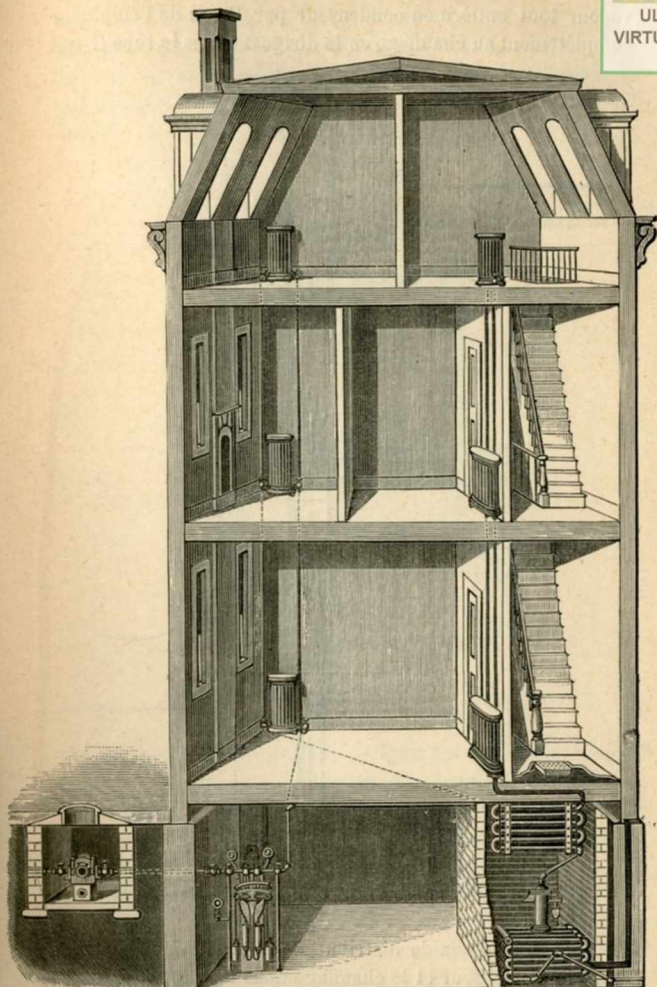


FIG. 118. — Chauffage à la vapeur par station centrale (Holly).



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM

vapeur tout entière au condenseur par B, ou de l'employer complètement au chauffage en la dirigeant dans le tube C, qui

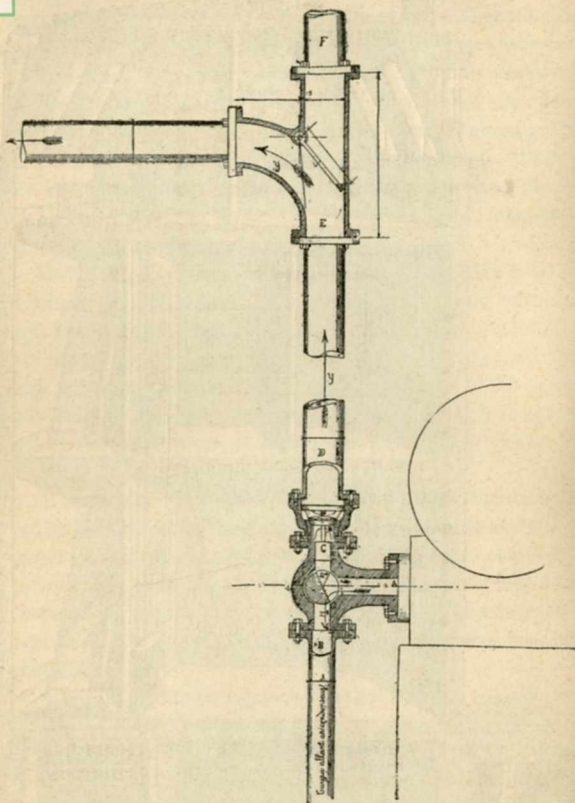


FIG. 119. — Chauffage par la vapeur d'échappement (Sée, de Lille).

se rend aux tuyaux de distribution, ou enfin de la partager entre le condenseur et le chauffage dans la proportion qu'on

vent. A chaque coup de piston, la vapeur soulève le clapet et pénètre dans le tube D. L'eau de condensation du chauffage revient au condenseur. On peut faire que le vide ne soit pas diminué, et le chauffage est obtenu avec une dépense très faible.

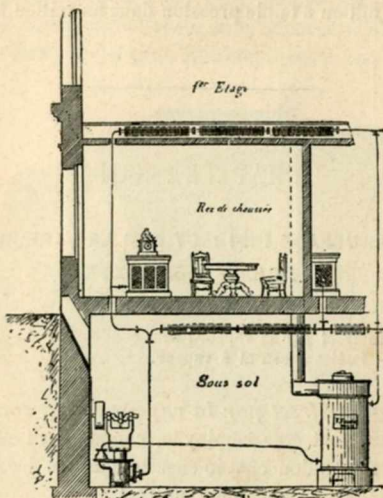


FIG. 120. — Chauffage pneumatique (Fouché).

*Chauffage pneumatique.* — Il est des cas où l'on ne peut employer les procédés ordinaires de chauffage à la vapeur, parce que les locaux à chauffer renferment des tentures ou autres matières susceptibles d'être endommagées par la moindre fuite de vapeur. On peut employer alors le chauffage pneumatique de M. Fouché (fig. 120), dans lequel il règne toujours, à l'intérieur des conduites, une pression inférieure à celle de l'atmosphère ; si quelque fuite se produit, c'est l'air extérieur qui rentre et la vapeur ne s'échappe pas.



## CHAUFFAGE INDIRECT PAR LA VAPEUR

La vapeur, provenant le plus souvent de l'échappement d'une machine, se rend dans des tuyaux à ailettes, à la suite desquels se trouve une pompe, qui puise l'eau condensée et la renvoie au générateur. La pompe maintient un certain vide dans les tuyaux, et sert à transporter l'eau de condensation d'un milieu à faible pression dans un milieu à pression plus élevée.

## CHAPITRE XIII

### CHAUFFAGE INDIRECT PAR LA VAPEUR ET CHAUFFAGE MIXTE

Chauffage indirect par la vapeur : aéro-condenseur. — Chauffage mixte. — Poêles à eau et à vapeur.

*Chauffage indirect par la vapeur ; aéro-condenseur.*  
— La vapeur peut être employée, comme l'eau elle-même, à échauffer l'air qu'on envoie ensuite dans les locaux : c'est un autre système de chauffage indirect.

M. Fouché emploie pour cela une partie de la chaleur perdue dans les condenseurs des machines à vapeur. L'*aéro-condenseur* (fig. 121) se compose d'un faisceau de tubes assemblés dans des plaques en tôle, sur lesquelles viennent se fixer des calottes creuses en fonte, formant avec les plaques deux chambres où aboutissent tous les tubes. Un ventilateur à hélices lance un courant d'air sur ces tubes. La vapeur arrive par la tubulure figurée sur le dessin dans la chambre supérieure; elle se condense dans les tubes sous l'action du courant d'air, qu'elle échauffe en même temps, et l'eau condensée s'écoule par la tubulure inférieure. On obtient par ce procédé une grande quantité d'air chaud, à une

## AÉRO-CONDENSEUR

température peu élevée, qui peut être employé avantageusement au chauffage, et qui est produit sans dépense de combustible, dans tous les établissements où l'on possède une machine à vapeur.

En outre l'aéro-condenseur peut rendre encore d'autres services : il condense la vapeur sans dépenser d'eau, et fournit de l'eau distillée, qui peut être employée à divers usages ;

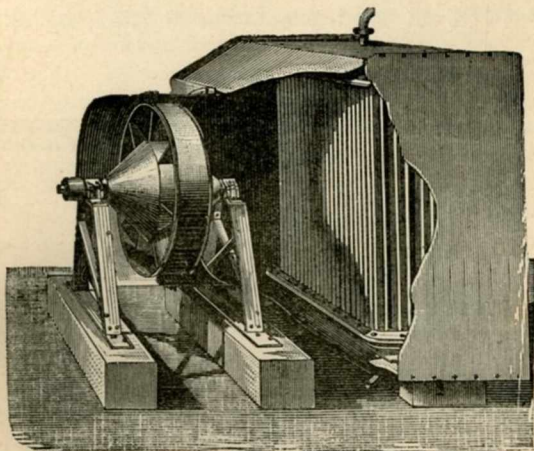


FIG. 121. — Aéro-condenseur (Fouché).

si l'on s'en sert pour alimenter de nouveau la chaudière, on aura l'avantage d'éviter les incrustations.

L'aéro-condenseur a encore l'avantage d'assurer la condensation de la vapeur, sans le secours d'une masse d'eau considérable, qu'on a parfois beaucoup de peine à se procurer. Il peut donc être employé comme condenseur, même lorsqu'on n'a pas de locaux à chauffer ; on peut alors se servir de l'air humide, ce qui permet de faire passer une





## CHAUFFAGE MIXTE

masse de gaz beaucoup moindre (aéro-condenseur à air humide).

*Chauffage mixte.* — Au lieu d'employer directement la vapeur au chauffage, on peut l'utiliser pour chauffer des

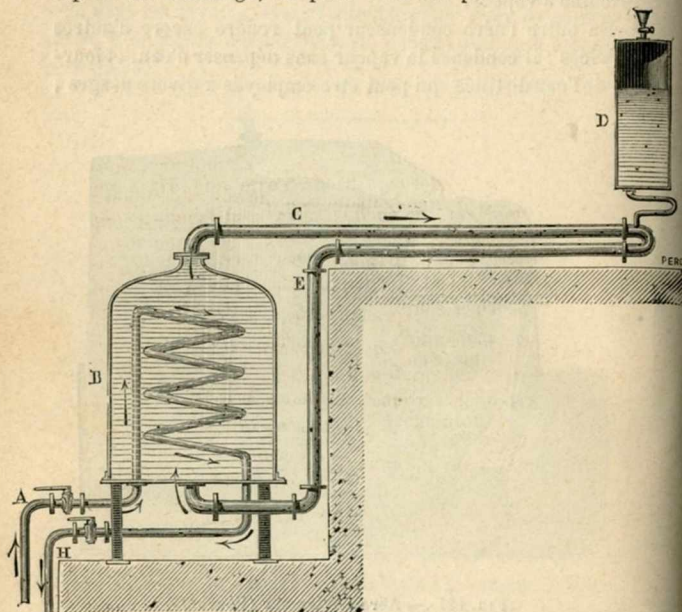


FIG. 122. — Poêle pour chauffage mixte avec vase d'expansion.

réceptacles pleins d'eau placés dans les salles. Ce système entraîne une plus grande complication et offre moins de sécurité, car la gelée peut briser les poêles, si l'on n'a pas la précaution de les vider chaque fois que le service est arrêté. En outre, il faut un temps assez long pour mettre l'appareil en train et pour faire varier le régime. Ce procédé ne convient donc pas pour un chauffage intermittent. Il est

en somme assez peu employé et s'applique surtout au chauffage continu; il permet, comme dans le chauffage par la vapeur seule, de transporter la chaleur assez loin, et l'eau, par sa masse et sa grande chaleur spécifique, donne de la stabilité. On peut alors couvrir le feu pendant une partie de la nuit et se dispenser de le surveiller, sans que la température s'abaisse beaucoup dans les locaux chauffés.

La vapeur peut échauffer l'eau à travers une paroi métallique ou par contact direct.

*Poêles à eau et à vapeur.* — Dans le chauffage mixte, les surfaces chauffantes seules diffèrent des appareils employés pour le chauffage à la vapeur. Lorsque les poêles sont complètement remplis d'eau, chacun doit être muni d'un vase d'expansion.

*Poêle Grouvelle.* — Le chauffage mixte a été appliqué pour la première fois par Ph. Grouvelle, en 1850, à la prison Mazas : l'eau de chaque vase B était chauffée par un serpentin dans lequel circulait la vapeur (fig. 122); les tubes CE établissaient la communication entre cet appareil et le vase d'expansion D. La vapeur condensée retournait à la chaudière par H. Ce système a été appliqué ensuite dans certains hôpitaux, par exemple à Lariboisière et plus tard à l'hôpital Tenon.

La maison Grouvelle emploie maintenant la transmission directe. L'eau est contenue dans trois tubes verticaux à nervures (fig. 123), réunis par deux collecteurs horizontaux. L'un de ces tubes, qui est un peu plus large, tout en présentant la même surface d'ailettes, est traversé par un tuyau central, garni de nervures courtes et rapprochées, qui s'arrête à la hauteur de l'axe du collecteur supérieur. Ce tuyau est parcouru par la vapeur qui arrive au haut de l'appareil, tandis que l'eau condensée s'échappe à la partie inférieure; il sert en même temps de trop-plein et maintient l'eau à un niveau constant. Le liquide s'échauffe rapidement au contact



ULTIMHEAT<sup>®</sup>  
VIRTUAL MUSEUM

## CHAUFFAGE MIXTE

de ce tube. Tout le système est entouré d'une enveloppe extérieure dans laquelle l'air circule et s'échauffe.

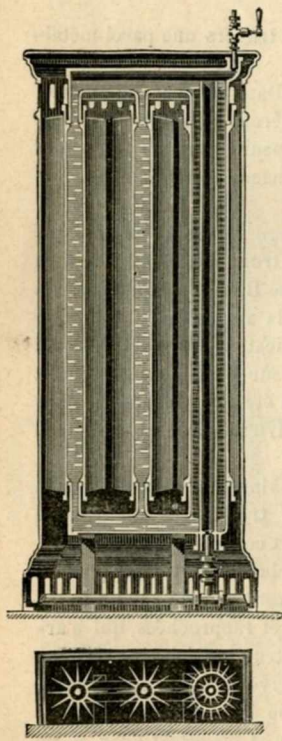


FIG. 123. — Poêle Grouvelle.

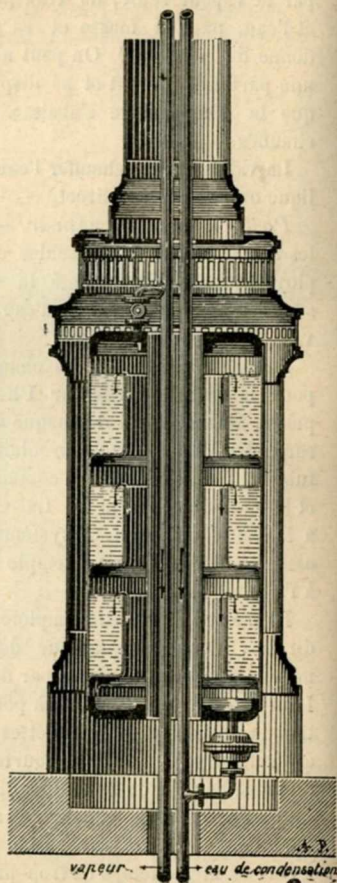


FIG. 124. — Poêle mixte.

POÈLE GROUVELLE

D'autres modèles (fig. 124) ont la forme d'un poêle : ils sont traversés par un conduit central où circule l'air, et qui reçoit aussi deux tubes verticaux contenant la vapeur et l'eau condensée. L'air s'échauffe au contact de ces tubes. Chaque poêle contient trois récipients annulaires pleins d'eau : la vapeur arrive au sommet ; l'eau en excès coule d'étage en étage et sort à la partie inférieure.

On emploie beaucoup, surtout en Suisse et en Allemagne, le système Sulzer, de Winterthur. La vapeur, produite par un générateur, s'élève par un tuyau principal jusque dans les combles, d'où elle redescend pour se distribuer dans des poêles spéciaux (fig. 125). Ces poêles sont formés d'un cylindre central B, dans lequel circule l'air, et qui est entouré d'une enveloppe A, à moitié remplie d'eau. La vapeur arrive dans cette enveloppe par les tubes *abcd* et l'eau condensée sort par le tube *efhik*, qui forme trop-plein.

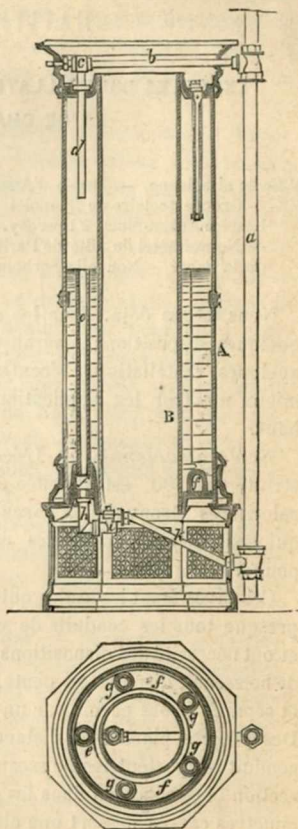


FIG. 125. — Poêle Sulzer.



## CHAPITRE XIV

EXEMPLES D'INSTALLATIONS DE VENTILATION  
ET DE CHAUFFAGE

Ecole alsacienne. — Musée d'Amsterdam. — Collège d'Etampes.  
— Groupe scolaire de Bagnolet. — Théâtre de Nice. — Hôpital-  
hospice Auban-Moët, à Epernay. — Nouvelles serres du Muséum.  
— Nouvel hôtel de ville de Paris. — Opéra de Vienne. — Prison  
de la Santé. — Nouvelle Sorbonne.

Nous avons déjà, dans les chapitres qui précèdent, cité quelques dispositions générales. Nous allons décrire encore quelques installations récentes et bien organisées, pour mieux montrer les applications des appareils indiqués plus haut.

*Ecole alsacienne.* — L'école alsacienne, à Paris, construite en 1880, est chauffée par l'air chaud, au moyen de calorifères Grouvelle, à circulations horizontales (fig. 83) qui sont disposés dans des caves préparées spécialement pour les recevoir.

Ces caves étant les seules qui existent sous l'établissement, presque tous les conduits de chaleur se trouvent enterrés et ont nécessité des dispositions particulières; ils sont formés de boisseaux disposés en pente, dans un conduit en briques, et séparés de ses parois par un espace vide de 5 centimètres. Des briques placées de distance en distance sur le sol du conduit supportent les boisseaux. Les conduits sont à large section et débouchent dans les plinthes; un conduit de 6 décimètres carrés dessert une classe de vingt-huit élèves.

Les chambres d'air chaud présentent une disposition particulière: chaque calorifère est divisé en deux sections complètement séparées et alimentant chacune un étage.

Les prises d'air ont une grande surface : il y en a une pour chaque section de calorifère. Les cuvettes d'humidification sont disposées dans les prises d'air au-dessous des tuyaux de chauffage. Chaque bouche est desservie par un conduit et chaque conduit est muni d'une clef de fermeture et de réglage.

La ventilation est obtenue presque sans dépense. Chaque classe est ventilée par quatre bouches. Deux sont placées au niveau du sol, à la base de deux conduits établis dans les angles et formant pans coupés ; ils débouchent dans le couloir d'accès des classes, au niveau du plafond. Les deux autres bouches sont percées au niveau du plafond et s'ouvrent directement dans le couloir, qui n'est pas chauffé. Comme il était impossible d'établir un système de ventilation avec conduits collecteurs, foyers d'appel, etc., on a utilisé l'appel produit par les cages d'escalier, qui ont été surmontées de cheminées pour l'évacuation de l'air vicié. Cet air sort, comme nous l'avons dit, au niveau du plafond, et circule à la même hauteur dans les couloirs, qui ne sont pas chauffés, puis se rend aux cages d'escalier.

La ventilation d'été est obtenue par l'ouverture des fenêtres et des vasistas. La dépense d'installation n'a été que de 14.000 francs pour chauffer un espace de 5800 mètres cubes.

*Nouveau musée d'Amsterdam.* — Ce musée est chauffé par l'air chaud. Des calorifères, placés dans les sous-sols, envoient dans les salles (fig. 126) de nombreuses émissions d'air chaud, à température modérée. Des dispositions spéciales ont été combinées afin de donner à l'air chaud ainsi introduit un degré hygrométrique convenable pour assurer la conservation des toiles et objets d'art garnissant les locaux desservis.

*Collège d'Etampes.* — Les nouveaux bâtiments de ce collège ont reçu un chauffage à l'eau chaude, installé par la maison Grouvelle. Les locaux ont été divisés en deux sec-

Plan des Souterrains

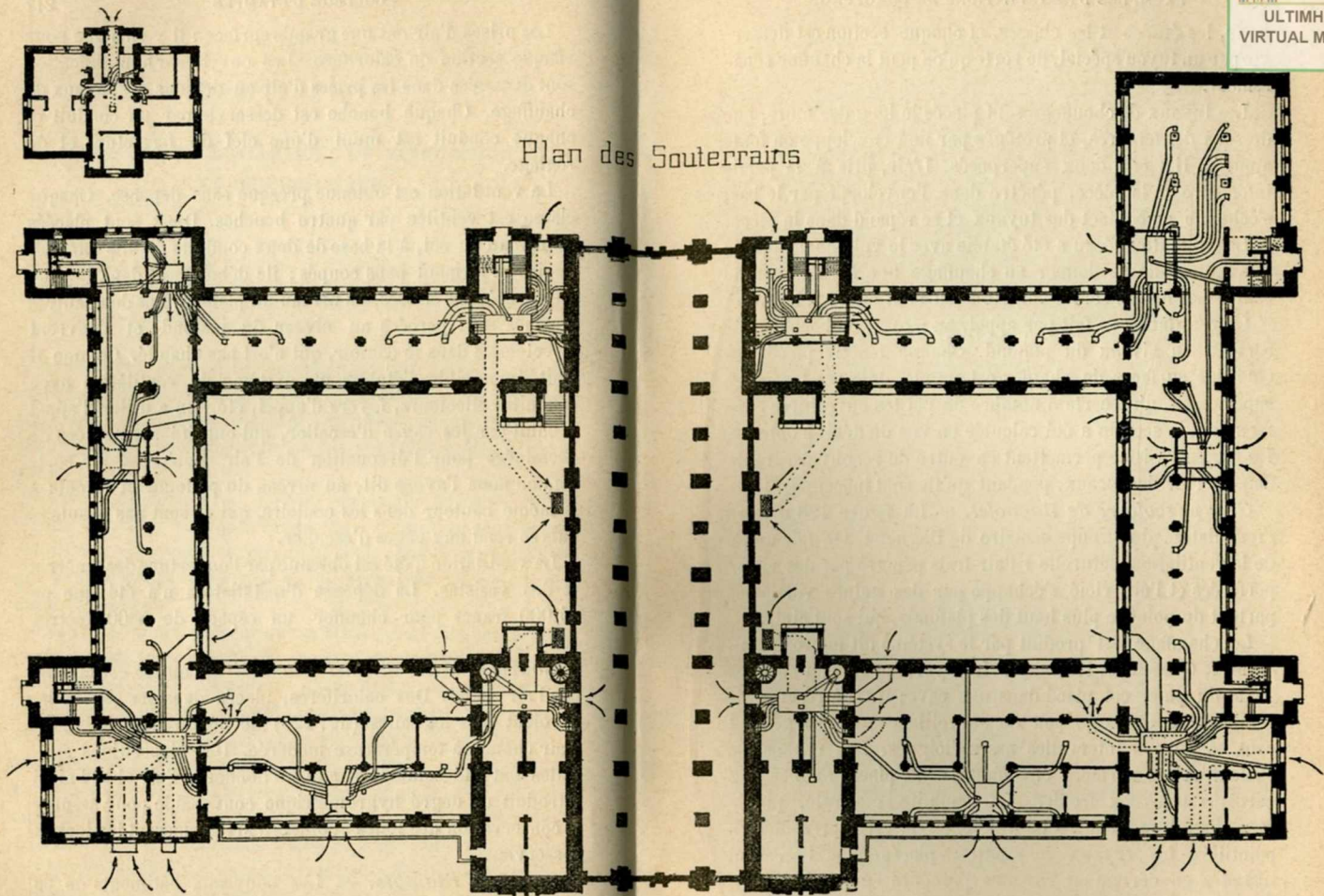


FIG. 156. — Nouveau musée d'Amsterdam.



## EXEMPLES D'INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE

les études et les classes, et chaque section est desservie par un tuyau spécial, de sorte qu'on peut la chauffer séparément.

Les tuyaux de chauffage sont placés le long des murs, au-dessous des fenêtres, et protégés par une enveloppe en fonte ajourée. Il y en a deux superposés. L'air, pris à la partie inférieure de la pièce, pénètre dans l'enveloppe par le bas, s'échauffe au contact des tuyaux et se répand dans la pièce.

La circulation d'eau a été établie avec le volume de liquide minimum, afin de donner au chauffage une élasticité suffisante. Les foyers sont à volonté à feu actif ou à feu lent.

La ventilation se fait par appel, au moyen de bouches réservées au niveau du plafond. Chaque fenêtre placée du côté des surfaces de chauffe est munie, dans ses traverses supérieures, d'un certain nombre de petites ouvertures carrées dont la section a été calculée en vue du débit à obtenir. De larges vasistas permettent en outre de renouveler rapidement l'air des locaux, pendant qu'ils sont inoccupés.

*Groupe scolaire de Bagnolet.* La figure 128 montre l'installation du groupe scolaire de Bagnolet. On fait usage de la ventilation naturelle : l'air frais pénètre par des vitres perforées et l'air vicié s'échappe par des gaines verticales partant du point le plus haut des plafonds, qui sont cintrés.

Le chauffage est produit par le système dit microsiphon, de MM. Geneste et Herscher. Le foyer, qu'on voit en F en avant du plan, est placé dans une cave; il est à réserve de combustible et exige peu de surveillance; le chargement peut se faire à intervalles assez éloignés. Les rubans de chaleur et les surfaces chauffantes sont placés au bas des parois vitrées ou froides. La conduite générale, placée immédiatement au-dessous des fenêtres, est représentée en pointillé; les tuyaux à ailettes, placés plus bas, sont installés en dérivation sur des parcours égaux. Des robinets d'arrêt spéciaux et des appareils de réglage sont placés dans chaque salle.



THÉÂTRE DE NICE

*Théâtre de Nice.* — La salle de ce théâtre montre une application intéressante du microsiphon (fig. 127). La

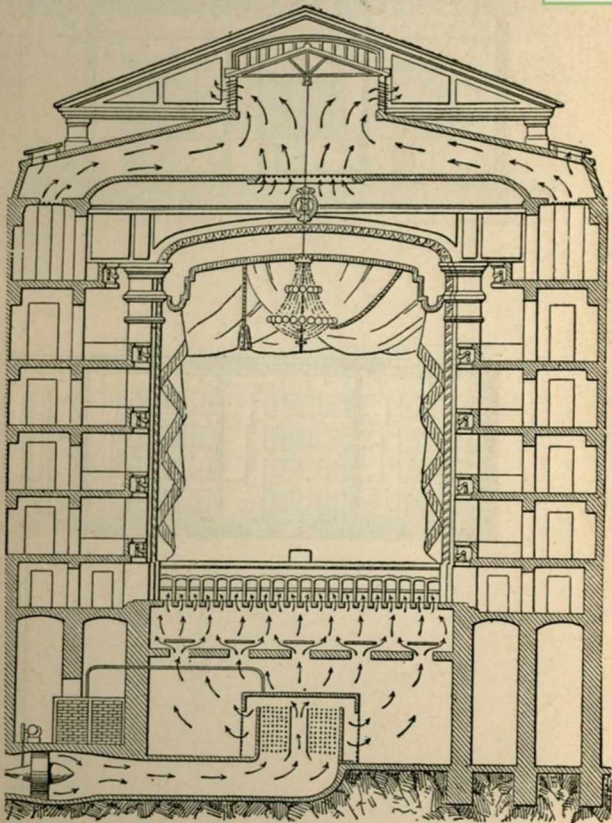


FIG. 127. — Théâtre de Nice (Geneste et Herscher).

dière, placée dans les dessous, alimente des batteries de chauffage placées sous la salle et formées de serpents

118

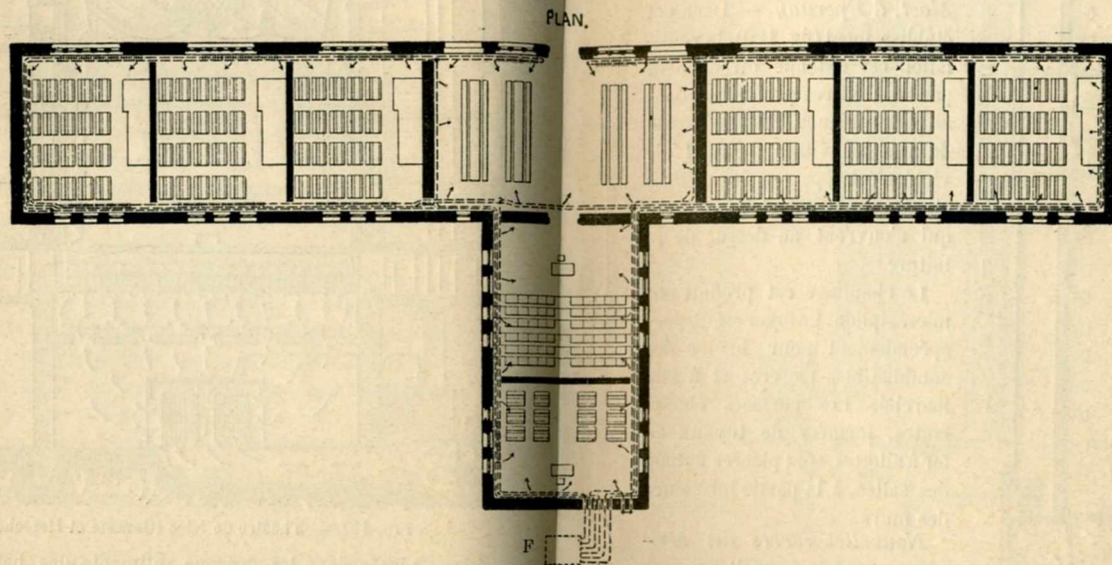
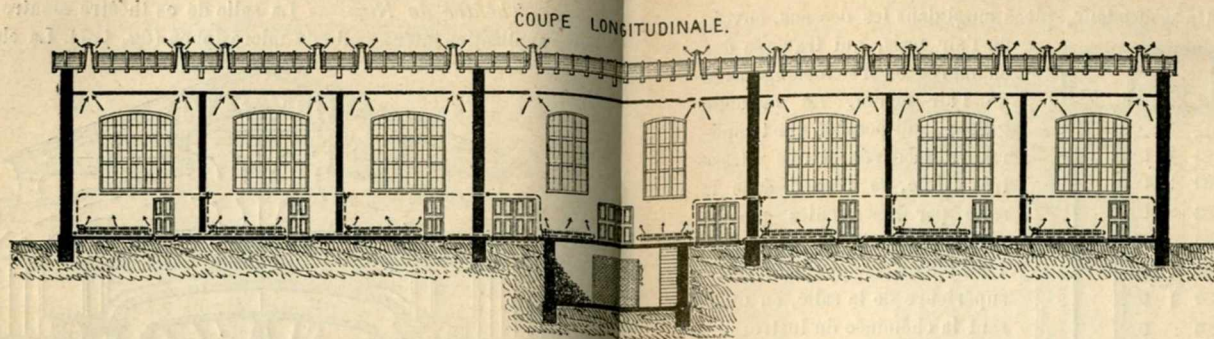


FIG. 128. — Groupe scolaire de Bagnolet. Chauffage produit par le système dit microsiphon.

EXEMPLES D'INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE

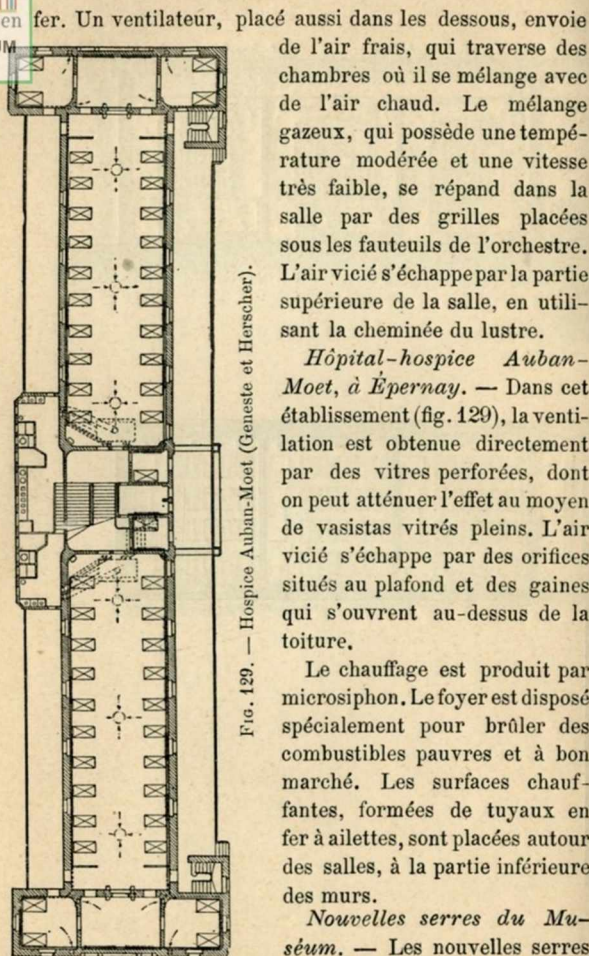


FIG. 129. — Hospice Auban-Moet (Geneste et Herscher).

fer. Un ventilateur, placé aussi dans les dessous, envoie de l'air frais, qui traverse des chambres où il se mélange avec de l'air chaud. Le mélange gazeux, qui possède une température modérée et une vitesse très faible, se répand dans la salle par des grilles placées sous les fauteuils de l'orchestre. L'air vicié s'échappe par la partie supérieure de la salle, en utilisant la cheminée du lustre.

*Hôpital-hospice Auban-Moet, à Épernay.* — Dans cet établissement (fig. 129), la ventilation est obtenue directement par des vitres perforées, dont on peut atténuer l'effet au moyen de vasistas vitrés pleins. L'air vicié s'échappe par des orifices situés au plafond et des gaines qui s'ouvrent au-dessus de la toiture.

Le chauffage est produit par microsiphon. Le foyer est disposé spécialement pour brûler des combustibles pauvres et à bon marché. Les surfaces chauffantes, formées de tuyaux en fer à ailettes, sont placées autour des salles, à la partie inférieure des murs.

*Nouvelles serres du Muséum.* — Les nouvelles serres

du Muséum possèdent un chauffage à eau chaude à moyen

volume, installé par la maison Geneste et Herscher. L'eau

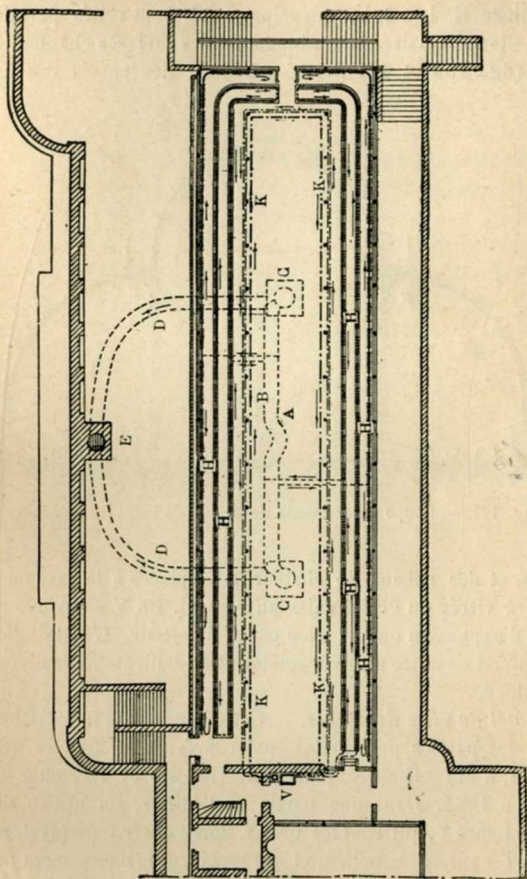


Fig. 130. — Plan de la grande serre du Muséum.

est chauffée dans des chaudières CC (fig. 130) : le départ se fait par le tube A et le retour de l'eau froide par B. Les

produits de la combustion se rendent par les carneaux D à la cheminée E. Les tubes principaux AB sont reliés par des conduits secondaires, qui alimentent des surfaces chauffantes HH (fig. 130 et 131), placées le long des parois des bas

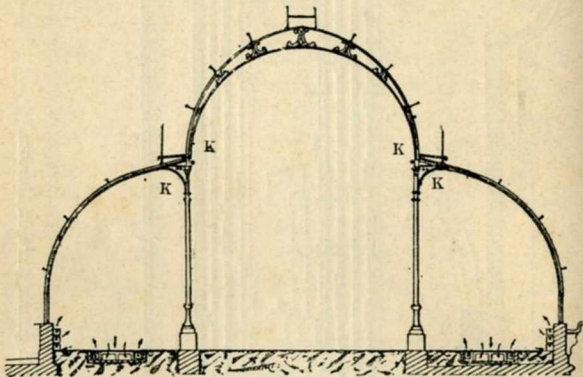


FIG. 131. — Coupe transversale de la grande serre du Muséum.

côtés, et des rubans de chaleur KK, placés à la base de la toiture vitrée du grand vaisseau central. En V se trouve un vase d'expansion ouvert avec caisse à flotteur. L'installation comprend en outre un hydromètre et un indicateur de niveau à distance.

*Hôtel de ville de Paris.* — Cette importante installation, dont les parties principales sont représentées figures 132 et 133, a été effectuée par MM. Geneste et Herscher de 1881 à 1884. Dans une partie de l'édifice, on utilise des ventilateurs V, qui sont les uns à force centrifuge (système Ser), les autres à hélice, et qui reçoivent le mouvement par l'intermédiaire d'une transmission de force électrique. Deux machines à vapeur A (fig. 133), placées sous la salle Saint-Jean, actionnent deux machines électriques G, non figurées.



Celles-ci envoient le courant à trente-quatre machines réceptrices R qui actionnent les ventilateurs VV, dont on voit un certain nombre dans les sous-sols.

La ventilation est faite par insufflation dans les bureaux du rez-de-chaussée, ceux du service financier, le service du préfet, la salle du Conseil municipal, les salons et les grandes salles de fêtes ; elle se fait par aspiration dans les locaux du sous-sol. Les bureaux des étages sont ventilés par appel ou par aération directe.

Le chauffage est dû à la vapeur que fournissent des générateurs multitubulaires inexplosibles A, placés dans la salle des machines. Cette vapeur est élevée dans les combles, détendue à une pression insensible et distribuée en circulant toujours dans le sens de la gravité. Les surfaces chauffantes sont placées, autant que possible, dans les locaux eux-mêmes, au bas des parois refroidissantes, et notamment des parties vitrées. Un tuyau formant ruban de chaleur entoure la base et tout le pourtour de la toiture vitrée du grand hall du service financier. D'autres surfaces de chauffe S sont installées dans des gaines en maçonnerie, où passe l'air de ventilation, qu'elles portent à une température modérée. L'installation est munie de purgeurs automatiques de vapeur condensée et de purgeurs thermométriques d'air et d'eau.

Le chauffage et la ventilation sont complètement indépendants l'un de l'autre. L'ensemble comporte dix chaudières à vapeur ayant une surface totale de chauffe d'environ 800 mètres carrés, deux moteurs à vapeur, deux machines électriques génératrices et trente-six réceptrices qui actionnent les trente-cinq ventilateurs et une pompe d'épuisement. Plusieurs des chaudières affectées pendant le jour au service du chauffage servent le soir à alimenter des machines produisant la lumière électrique.

*Opéra de Vienne.* — Ce théâtre est également chauffé par la vapeur. Il présente en outre un système de ventilation (fig. 134), qui a reçu l'approbation d'un grand nombre de

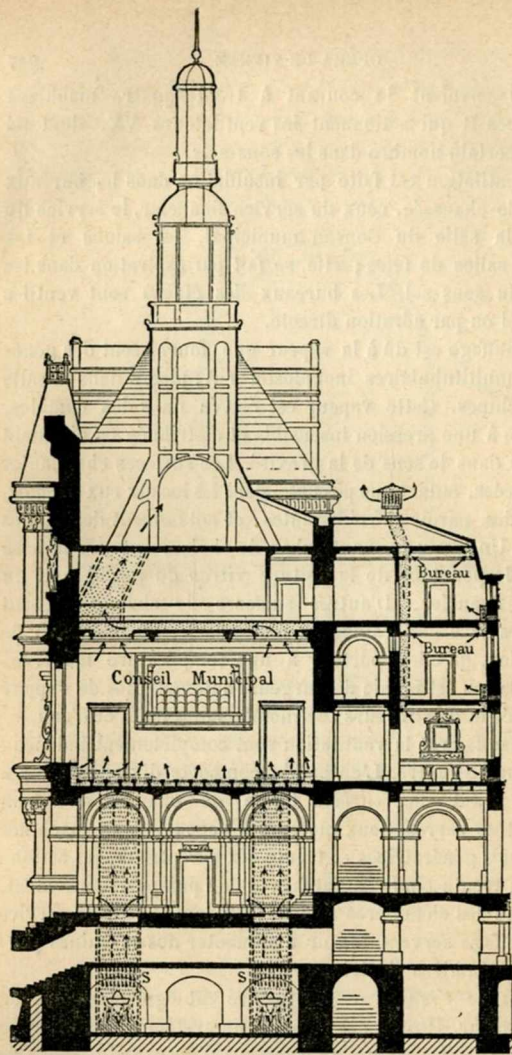


FIG. — 132. — Hôtel de ville de Paris (coupe transversale, façade principale).

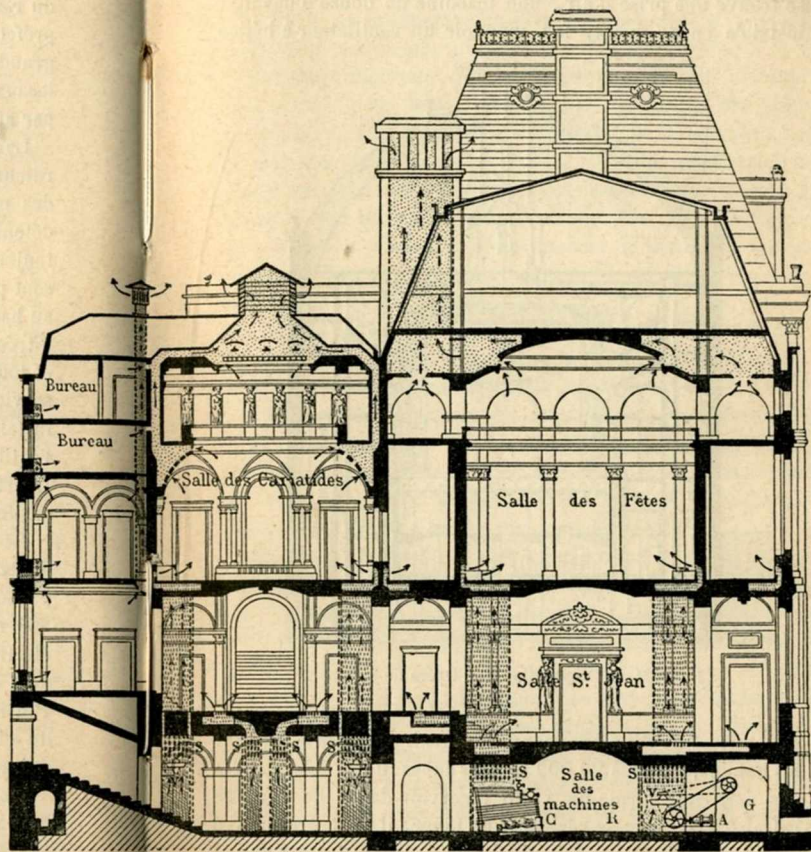


FIG. 133. — Hôtel de ville de Paris (coupe transversale, façade est).

spécialistes. Tout récemment, le ministre des beaux-arts a envoyé à Vienne un architecte chargé d'étudier ce système en vue de l'appliquer au nouvel Opéra-Comique. Le sous-sol est divisé en trois étages. Au centre de l'étage inférieur se trouve une prise d'air ; une machine de douze chevaux, installée en ce point, fait mouvoir un ventilateur à hélice

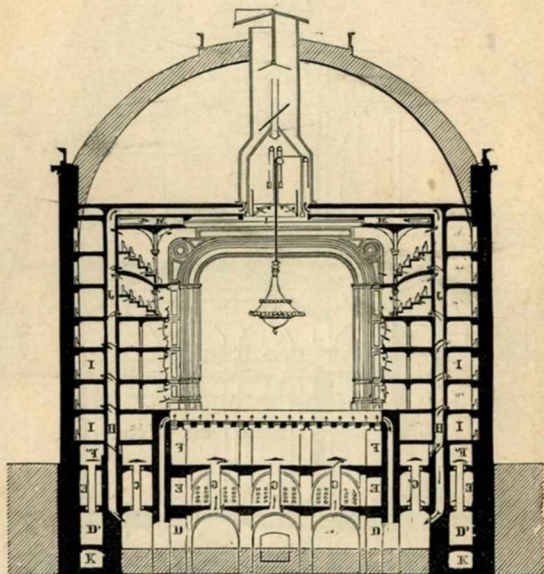


FIG. 134. — Ventilation de l'Opéra de Vienne.

de 3 mètres de diamètre, pouvant fournir par heure, suivant les besoins, de 40 à 20.000 mètres cubes d'air. L'ensemble des sous-sols forme un vaste réservoir dans lequel l'air se rafraîchit en été et se réchauffe en hiver ; il peut être envoyé directement à l'étage supérieur par de larges tuyaux cylin-





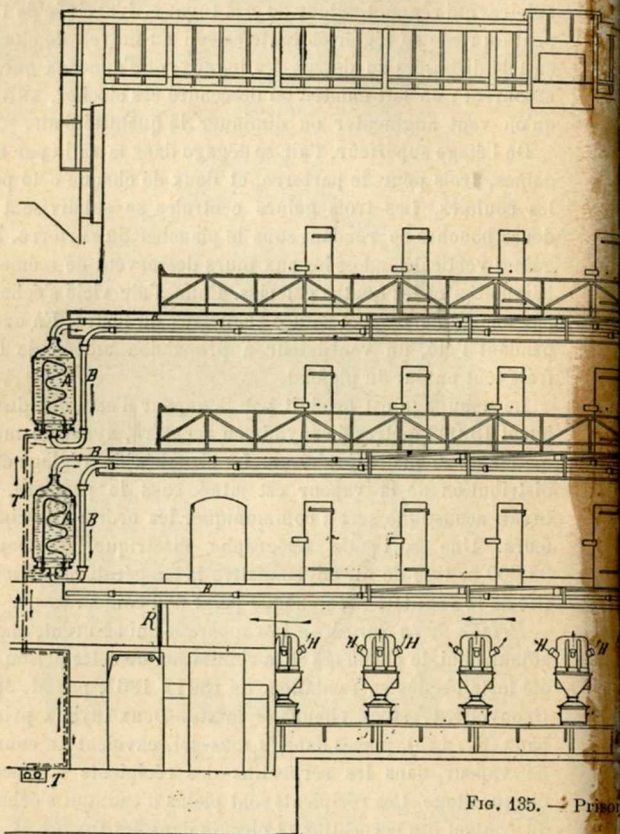
driques, de 1 mètre de diamètre, ou se rendre à la chambre de chauffe du calorifère en passant par des ouvertures circulaires qui règnent autour de ces tuyaux. L'arrivée de l'air peut du reste se régler en toute saison au moyen de cloches en tôle disposées au-dessus des tuyaux, et d'anneaux qui les entourent : on fait monter ou descendre ces cloches, suivant qu'on veut augmenter ou diminuer la quantité d'air.

De l'étage supérieur, l'air se dégage dans la salle par sept gaines, trois pour le parterre, et deux de chaque côté pour les couloirs. Les trois gaines centrales se subdivisent en douze bouches se rendant sous le plancher du parterre. Des gaines verticales adossées aux murs desservent de même les baignoires et les quatre galeries. Enfin l'air vicié s'échappe par une gaine d'appel située au-dessus du lustre. En outre, pendant l'été, un ventilateur à propulsion amène de l'air frais tout autour du plafond.

Le chauffage est produit par la vapeur d'eau, que distribuent 18.000 mètres de tuyaux en fer étiré, ayant 25 millimètres de diamètre intérieur. La chambre de réglage et de distribution de la vapeur est située sous le parterre. Un tuyau acoustique sert à communiquer les ordres aux chauffeurs. Une sorte de télégraphe électrique, employant 38.000 mètres de fil, fait connaître la température et l'intensité de la ventilation en chaque point de l'édifice.

*Prison de la Santé.* — Les appareils qui assurent, encore aujourd'hui, le chauffage et la ventilation de cette prison ont été installés dès sa fondation, de 1864 à 1867, par M. Jules Grouvelle. C'est un chauffage mixte. Deux tuyaux principaux (fig. 135), placés dans le sous-sol, envoient un courant de vapeur dans les serpentins des récipients A placés à chaque étage. Ces récipients sont pleins d'eau, qui s'échauffe au contact des serpentins et circule dans les tuyaux B, placés le long des cellules, dans les galeries. Ces tuyaux servent à chauffer l'air frais puisé par les ouvertures C ; l'air chaud se répand ensuite par les conduits D dans les cellules,

où les bouches E le déversent à une hauteur d'environ 2 mètres. L'air vicié s'échappe par le siège d'aisances F et



se dégage par H dans un vaste collecteur situé en sous-sol et communiquant avec des cheminées d'appel, au nombre de deux, ayant chacune un foyer à leur base. Ces cheminées ont

36 mètres de hauteur et 5 mètres carrés de section. Ce système

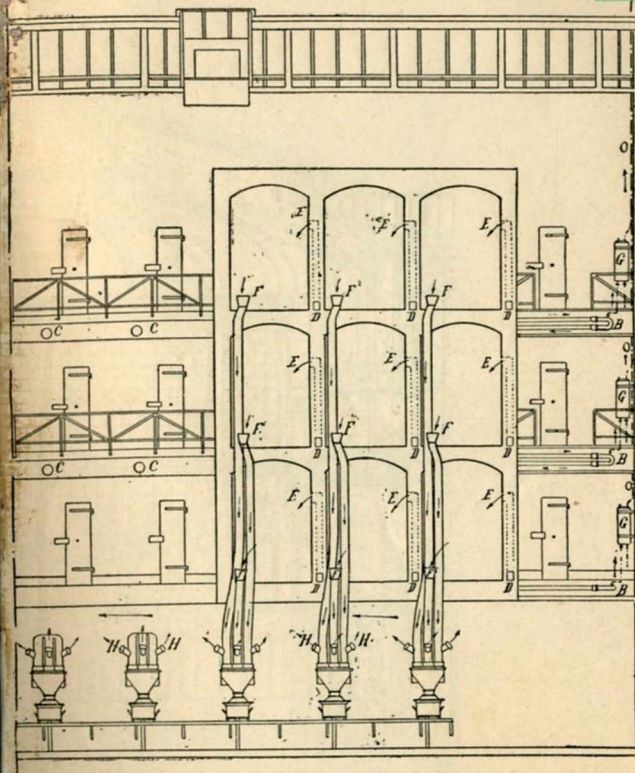


FIG. 135. — Prison de la Santé.

tème assure parfaitement le renouvellement de l'air.

*Nouvelle Sorbonne.* — La nouvelle Sorbonne, à Paris, est ventilée mécaniquement par insufflation. Les ventilateurs

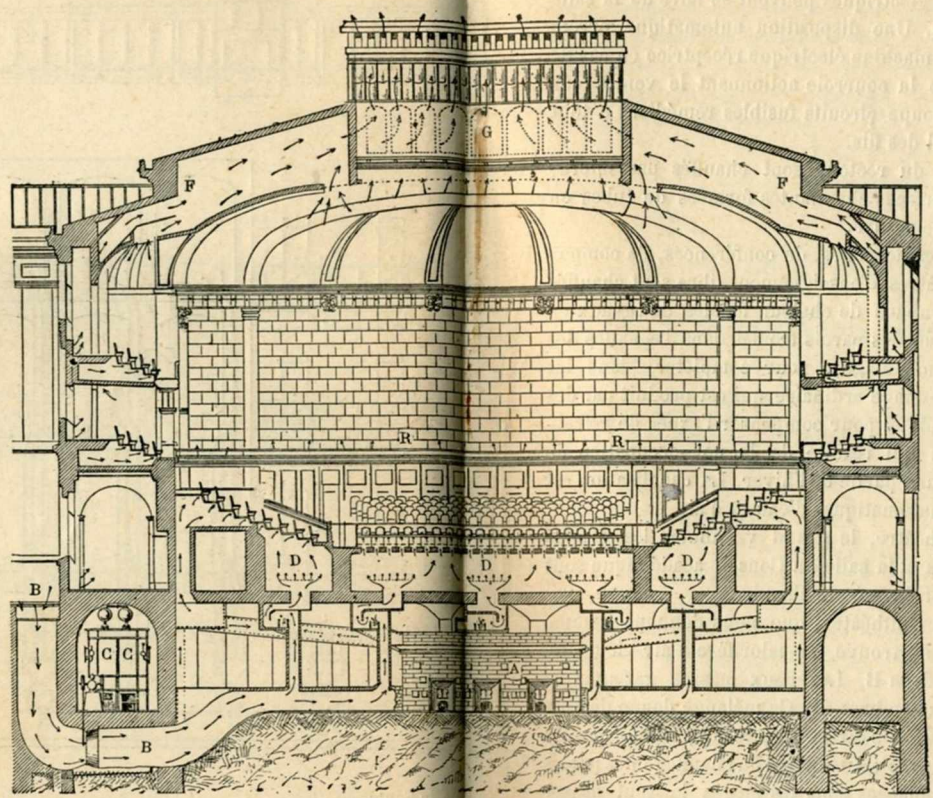


FIG. 136. — Sorbonne (cote du grand amphithéâtre).



## EXEMPLES D'INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE

sont actionnés les uns directement, les autres à distance, par l'intermédiaire de moteurs électriques. La mise en train et l'arrêt des appareils électriques peuvent se faire de la salle même des machines. Une disposition automatique arrête instantanément toute machine électrique réceptrice en cas de chute accidentelle de la courroie actionnant le ventilateur correspondant. Des coupe-circuits fusibles remédient à tout échauffement anormal des fils.

Les appartements du recteur sont chauffés par microsiphon, à l'aide de surfaces chauffantes formées de tubes en fer à ailettes de même nature.

Les bureaux, salles de cours, de conférences, de compositions, les amphithéâtres d'enseignement libre sont chauffés par la vapeur. Des rubans de chaleur formés de tuyaux en fer sont placés au bas des parois froides dans les salles des deuxième et troisième étages, pour compléter, dans les temps froids, le chauffage ordinaire qui est produit par des émissions d'air chaud, et pour compenser l'excès de refroidissement des murs qui résulte de la non-occupation de ces locaux pendant une partie de l'hiver. La canalisation est munie de purgeurs automatiques d'eau et d'air.

Le grand amphithéâtre, le grand vestibule, les grands escaliers, les couloirs et la salle du Conseil académique sont chauffés par des calorifères à air chaud.

Sous le grand amphithéâtre, que nous donnons comme exemple (fig. 136), se trouve un calorifère à air chaud A. L'air froid est puisé en B. Les deux masses gazeuses se mélangent dans des chambres D. Ce mélange donne de l'air à température modérée pour la respiration, tandis que du gaz à température élevée est employé au chauffage des parois froides. Des grilles placées sous les sièges laissent passer l'air avec une très faible vitesse. Un ruban de chaleur R entoure l'amphithéâtre à une hauteur plus élevée. Des bouches latérales laissent échapper l'air destiné au chauffage des couloirs qui entourent l'amphithéâtre. Enfin l'air vicié

s'échappe par le plafond, au moyen de gaines FF et d'une cheminée d'évacuation G.

En un grand nombre de points, des dispositions particulières permettent de faire varier la température de l'air sans modifier la ventilation. Dans les bureaux particuliers, l'occupant peut modifier à son gré la température de l'air neuf avant son introduction.



## CHAPITRE XV

### CHAUFFAGE DES CUISINES

Fourneaux de cuisine ordinaires. — Grands fourneaux pour le coke et la houille. — Installation des grandes cuisines : hôtel Terminus. — Tables chaudes. — Rôtissoires. — Cuisines à vapeur : système Egrot. — Cuisines au gaz.

*Fourneaux de cuisine ordinaires.* — Pour la cuisson des aliments, on se contente souvent de fourneaux extrêmement simples, composés d'une cavité de forme carrée, limitée par des parois en fonte légèrement évasées vers le haut et fermés à la partie inférieure par une grille. Au-dessous de cette grille se trouve un cendrier, muni d'une porte à coulisse, qui sert à régler le tirage.

Ces fourneaux doivent être surmontés d'une hotte. Malgré cette précaution, le tirage est assez faible et l'on est obligé de ne brûler que des combustibles ne donnant pas de fumée, comme le charbon de bois et le charbon de Paris. Ces combustibles sont coûteux, mais ce n'est pas un grand inconvénient, parce qu'on n'en consomme qu'une petite quantité.

D'autre part, l'insuffisance du tirage déverse dans l'atmosphère une certaine quantité d'acide carbonique et d'oxyde

de carbone, ce qui est plus grave, ainsi que les odeurs de cuisine. On peut éviter tout inconvénient en entourant complètement le fourneau d'une hotte fermée, que surmonte le conduit de fumée. La hotte est seulement percée d'une porte à coulisse pour régler le tirage.

*Grands fourneaux pour le coke et la houille. — Pour*

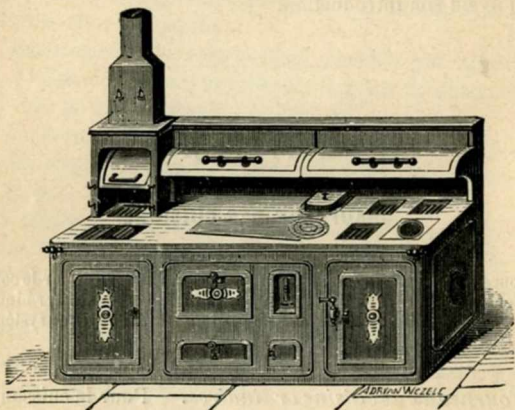


FIG. 137. — Fourneau pour la houille.

brûler le coke ou la houille, on emploie d'ordinaire des fourneaux plus perfectionnés, dans lesquels on cherche à utiliser plus complètement la chaleur due à la combustion. Ces fourneaux se composent d'un récipient rectangulaire en fonte, dont la paroi supérieure, ou table d'ébullition, est percée d'un certain nombre de trous fermés par des plaques circulaires.

Le foyer et le cendrier se trouvent vers le côté droit (fig. 137). A côté est un réservoir d'eau avec un robinet; au milieu se trouve un four et au-dessous une étuve. La flamme passe d'abord sous la table d'ébullition, descend entre le four et le réservoir d'eau, puis circule autour de

l'étuve et se rend au tuyau. Près de la cheminée se trouve une grillade.

Sur la table d'ébullition, on peut avoir des températures différentes; on active le chauffage en enlevant le couvercle de l'orifice sur lequel on place l'ustensile de cuisine, qui doit boucher cet orifice, pour ne pas arrêter le tirage. Chaque ouverture peut aussi être fermée par une série d'anneaux plats à feuillure et un disque central; en enlevant, avec le disque, un nombre croissant d'anneaux, on agrandit cette ouverture, et l'on obtient plus de chaleur.

*Installation des grandes cuisines: hôtel Terminus.* — Dans les grandes installations, on peut augmenter le nombre des fours et des différents organes. On peut y joindre une rôtissoire; on peut même avoir, dans une seule enveloppe de fonte, plusieurs fourneaux juxtaposés. Dans certains modèles, la grille peut être soulevée pour rapprocher ou éloigner le feu des marmites.

Comme exemple de grande installation, nous citerons les cuisines de l'hôtel Terminus (fig. 138). Cette installation a pour partie essentielle un fourneau F en double T avec dix foyers et deux grilloirs G, placés sous une hotte en fonte, pour éviter les mauvaises odeurs. Chaque foyer possède un charbonnier et un service complet de four, tables chaudes, service d'eau chaude, etc. Des tuyaux L et M, aboutissant aux robinets R et R', amènent l'eau chaude et l'eau froide au-dessus des fourneaux.

Les réservoirs ordinaires sont remplacés par des bouilleurs BB, communiquant par les tubes T avec les tables chaudes A, puis avec un réservoir suspendu au mur de droite. Des grilles J, placées au-dessus des fourneaux, servent de chauffe-plats.

*Tables chaudes.* — La figure 139 montre la disposition des tables chaudes, qu'on ne voit qu'incomplètement sur la figure précédente. Ces tables sont employées dans les grands établissements pour conserver chauds les mets pendant le service, pour chauffer les assiettes, etc.

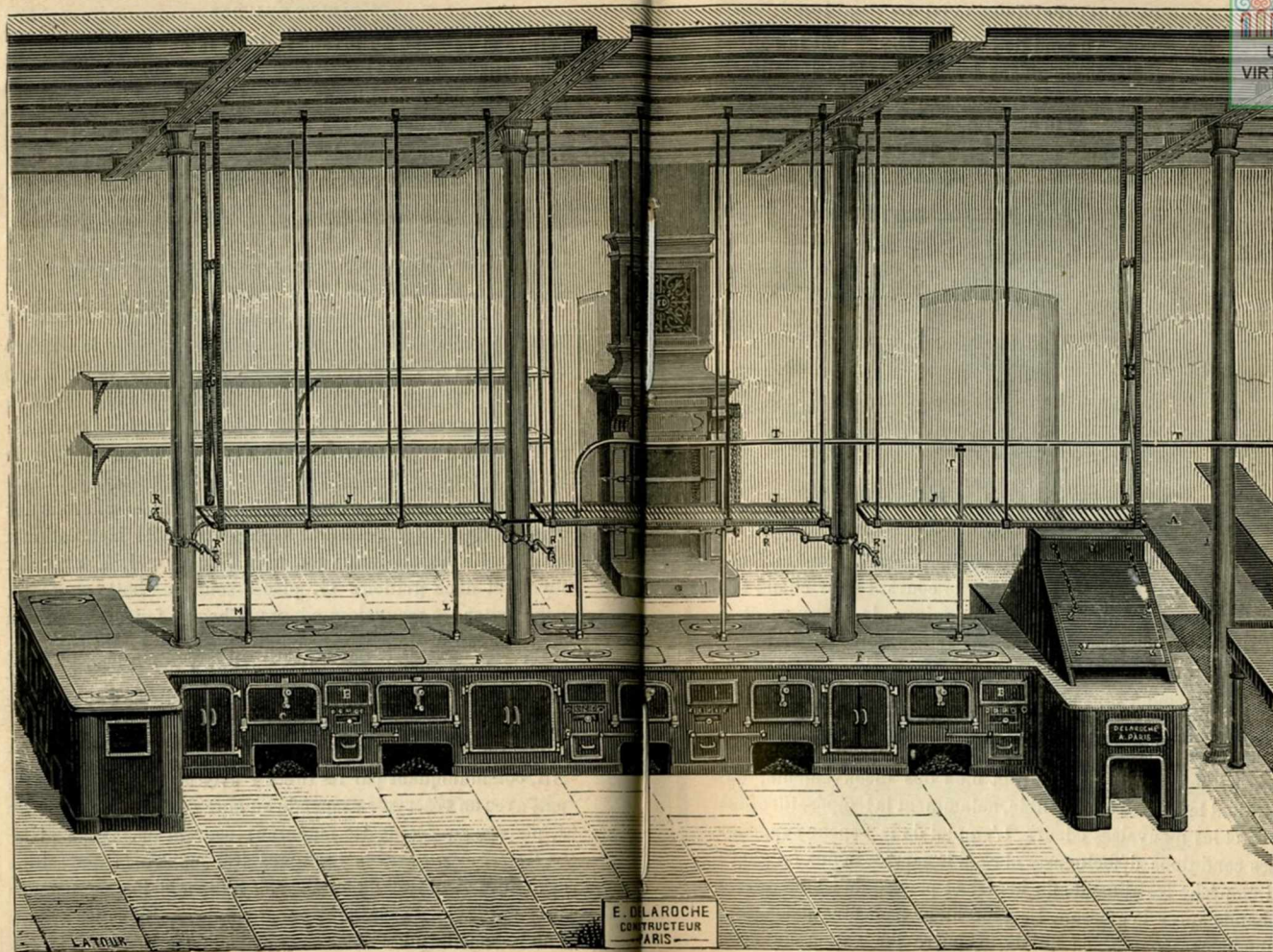


FIG. 138. — Cuisines de l'hôtel Terminus, rue Saint-Lazare à Paris.



*Rôtissoires.* — Au fond de la figure 138 se voit la rôtissoire, qui est indispensable dans les cuisines bien installées. On peut la chauffer au bois, au charbon et même au gaz.

La figure 140 montre le détail de la rôtissoire précédente, modèle qui a été également adopté à l'hôtel Continental, au

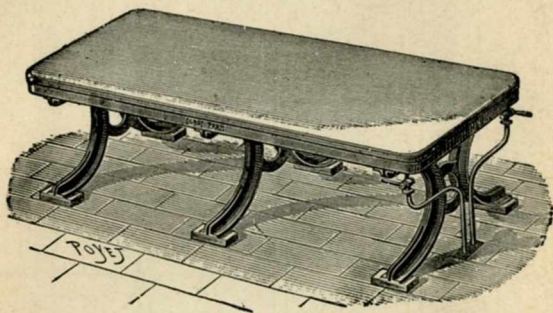


FIG. 139. — Table chaude de l'hôtel Terminus.

Cercle du Jockey-Club, etc. Le combustible est placé au fond, dans une sorte de cheminée, dont le courant d'air chaud fait tourner un mécanisme qui communique le mouvement à quatre paires de broches. Dans certaines rôtissoires, on se sert de l'eau comme force motrice, mais l'emploi de l'air est certainement plus simple. Un rideau cylindrique empêche la fumée de revenir en avant pendant l'allumage.

*Cuisines à vapeur.* — Dans les grands établissements, les méthodes ordinaires offrent bien des inconvénients, qui rendent le service très pénible, notamment la température élevée et les mauvaises odeurs. L'emploi de la vapeur supprime ces conditions défectueuses et rend le service moins fatigant ; il empêche les aliments de brûler et permet de les maintenir chauds après la cuisson, Le générateur peut être placé dans une pièce séparée, ce qui évite, outre l'élévation de température, la présence du charbon, des cendres et de la

CUISINES A VAPEUR

fumée. Enfin il y a une économie de combustible considérable par la centralisation de tous les foyers en un seul.

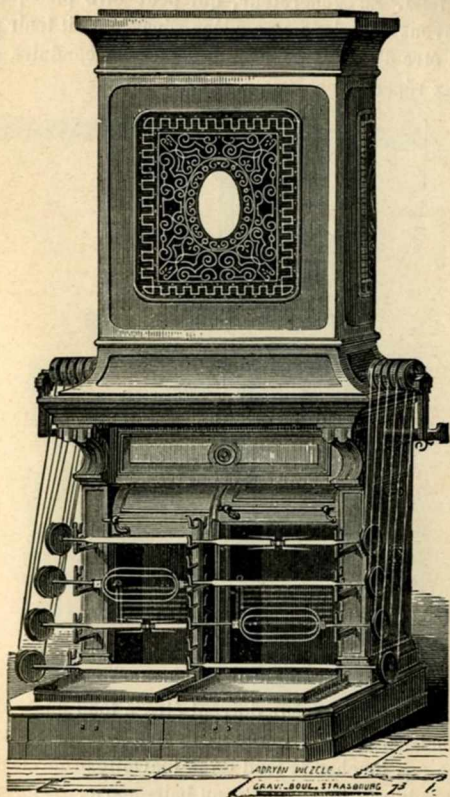


FIG. 140. — Rôtissoire monumentale.

Les cuisines à vapeur, inaugurées en 1829 par la Compagnie hollandaise, ont été perfectionnées surtout par la maison



Egrot. Une cuisine à vapeur comprend comme organes essentiels un générateur de vapeur, alimentant des marmites à double fond. Le générateur, qui peut être placé, comme nous l'avons dit, dans une pièce séparée, doit tenir peu de place et être d'un système simple, facile à conduire et peu sujet aux réparations.

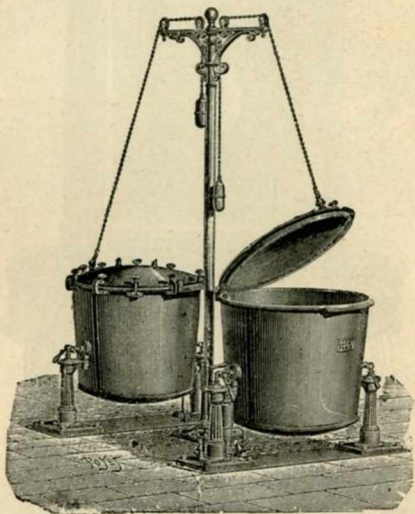


FIG. 141. — Marmite à vapeur Egrot.

Les marmites à vapeur doivent être à fond plat, afin que l'eau condensée puisse se répartir sur une surface assez large pour ne pas toucher le fond de la marmite proprement dite, ce qui produirait un chauffage au bain-marie. La forme intérieure de chacune d'elles dépend du reste de l'usage auquel on la destine. La préparation du bouillon se contente de marmites à fond bombé, tandis que la cuisson des rôtis ou des fritures exige une forme plate. Les marmites Egrot (fig. 141)

CUISINES A VAPEUR

sont fondues d'une seule pièce ; le fond intérieur est absolument plat et réuni au fond extérieur par une série de cloisons, venues de fonte avec eux et étudiées en vue d'augmen-

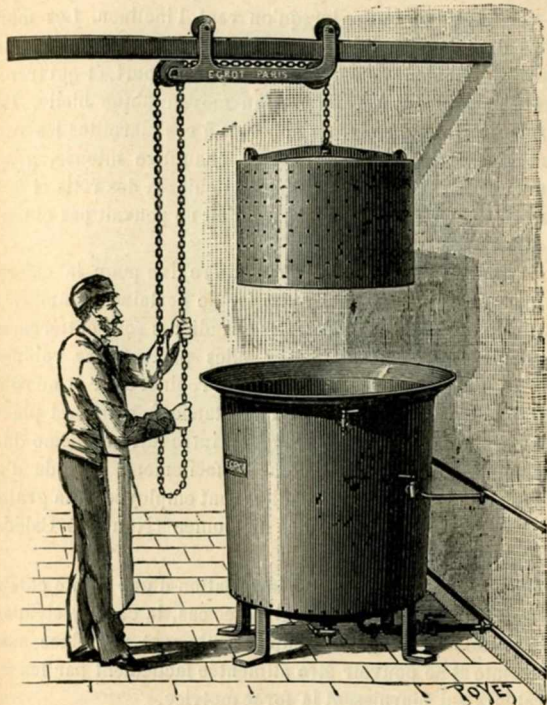


FIG. 142. — Chaudière fixe pour les conserves de viandes.

ter le rendement et l'intensité du chauffage. L'appareil est supporté par deux paliers en fonte, au moyen de tourillons, dont l'un sert à l'arrivée de la vapeur et l'autre au départ de l'eau condensée ; il est fermé par un couvercle à charnière

et équilibré par un contre-poids ; une enveloppe extérieure en tôle, remplie de matières peu conductrices, diminue les pertes de chaleur.

La marmite est maintenue dans la position verticale par un verrou, qu'on ouvre lorsqu'on veut l'incliner. Les marmites dont la capacité dépasse 100 litres sont munies d'un appareil basculeur de sûreté, fixé sur le support, et qui transmet le mouvement à l'appareil au moyen d'une bielle. Les derniers perfectionnements apportés à ces marmites les rendent inexplosibles et assurent un chauffage intense, grâce auquel elles sont propres même à la cuisson des rôtis et à la confection des fritures, mets que l'on ne pouvait pas obtenir avec les anciens systèmes.

La figure 142 montre une chaudière fixe pour la cuisson en grand des conserves de viande, de certains légumes, la fabrication du bouillon, etc. Ces chaudières sont entièrement construites en tôle très forte ; elles portent des robinets d'arrivée et de retour de vapeur, un robinet d'air et un robinet de vidange du bouillon. La substance à cuire est placée dans un panier très fort en fer, qu'on introduit lui-même dans la chaudière, et qu'on manœuvre facilement à l'aide d'un appareil de levage. Ces marmites sont employées à la grande usine de conserves de viandes de Gomen (Nouvelle-Calédonie).

On voit encore (fig. 143) l'installation d'une petite cuisine à vapeur à bord d'un yacht. Dans ce cas, la cuisine à vapeur a le double avantage d'occuper seulement une place assez restreinte et de pouvoir être alimentée facilement par les générateurs qui fournissent la force motrice.

La figure 144 montre l'aspect général d'une cuisine à vapeur du système Egrot. Ce système a été adopté notamment par les grands magasins du Louvre, où l'on a pu installer ainsi les générateurs à vapeur dans les sous-sols et les cuisines et réfectoires sous les combles.

Des appareils analogues peuvent être employés dans les

## CUISINES AU GAZ

fermes pour divers usages, notamment pour la concentration du lait.

*Cuisines au gaz.* — Le gaz s'applique très bien à la cuisson des aliments ; il donne un chauffage très régulier, qu'on peut mettre en train, activer ou arrêter très facilement ; il



FIG. 143. — Cuisine à vapeur à bord d'un yacht (Egrot).

évite la manipulation du combustible et les ennuis qui en résultent ; enfin il n'a qu'un défaut, son prix élevé. Les fourneaux à gaz les plus simples sont formés d'un bec unique, appelé chandelle, ou d'une couronne percée d'un certain nombre de trous, formant un ou plusieurs cercles. Mais les vases placés sur l'appareil refroidissent la flamme et provoquent un dépôt de charbon qui les encrasse rapidement ; de plus, la combustion du gaz n'étant pas complète, on perd une certaine quantité de chaleur. Il est préférable d'employer des becs avec courant d'air : le



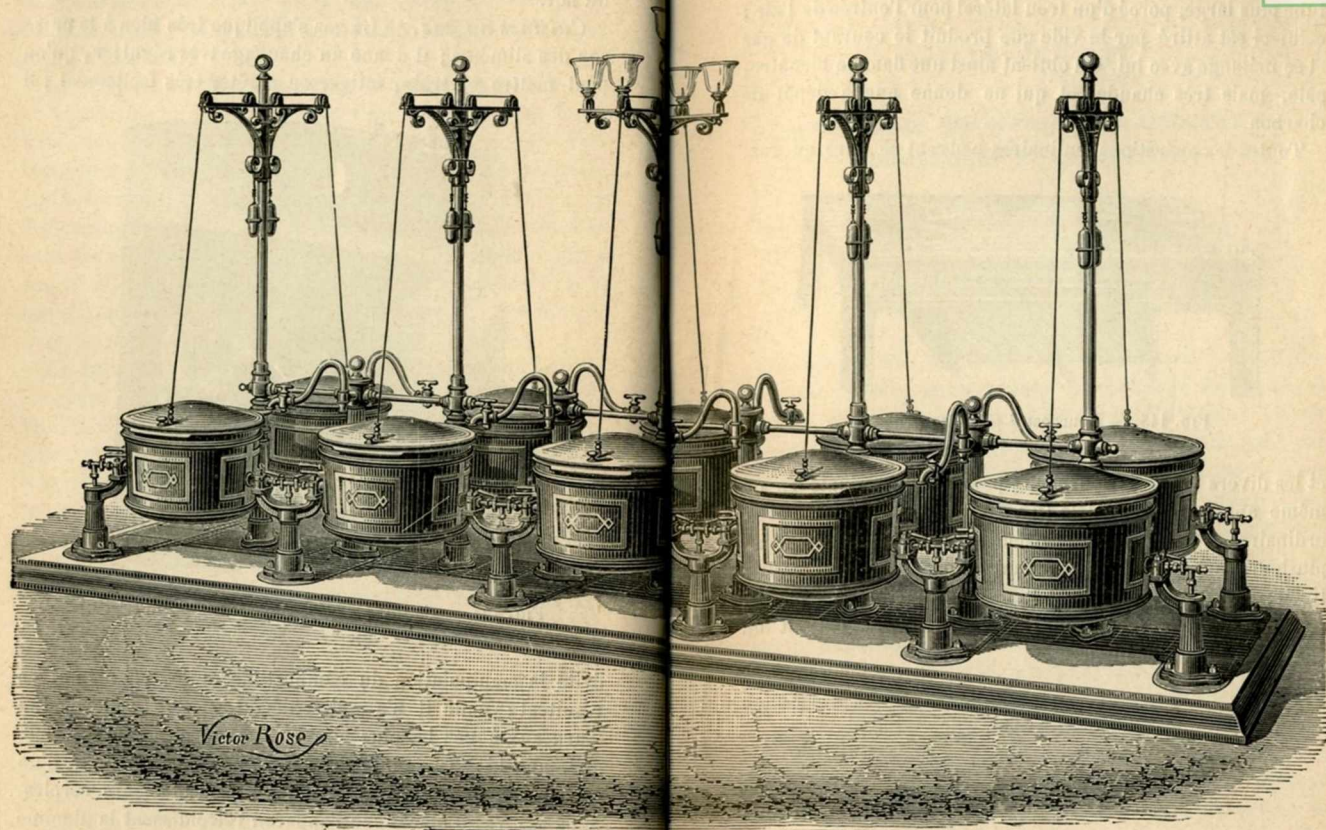


FIG. 144. — Vue de la cuisine à vapeur des Incurables d'Ivry. (Système Egot).

CHAUFFAGE DES CUISINES

Le gaz est amené par un ajutage étroit placé suivant l'axe d'un tube plus large, percé d'un trou latéral pour l'entrée de l'air ; celui-ci est attiré par le vide que produit le courant de gaz et se mélange avec lui. On obtient ainsi une flamme bleuâtre, pâle, mais très chaude, et qui ne donne aucun dépôt de charbon.

Toutes les opérations culinaires peuvent se faire au gaz,

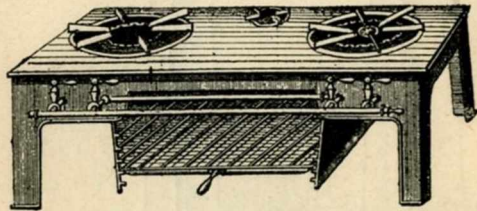


FIG. 145. — Fourneau à gaz avec grillade.

et les divers types de fourneaux peuvent être réunis en un même appareil. Le modèle (fig. 145) porte deux fourneaux ordinaires et une grillade. Chacun des fourneaux comprend plusieurs rangées de becs commandées par deux robinets distincts; en ouvrant seulement l'un des robinets, on a un feu très doux, tandis qu'en ouvrant les deux on obtient un chauffage bien plus intense.





## CHAPITRE XVI

### APPAREILS DE CHAUFFAGE POUR L'ÉCONOMIE DOMESTIQUE ET L'INDUSTRIE

Chauffage des bains : par thermosiphon, par les fourneaux de cuisine, par chaudière distincte, par le gaz. — Chauffage des établissements de bains. — Chauffage des serres. — Chauffage des wagons. — Chauffage des voitures. — Fours de boulanger. — Fours locomobiles. — Appareils industriels divers.

*Chauffage des bains par thermosiphon.* — L'un des procédés les plus simples pour le chauffage des bains est l'emploi d'un thermosiphon. La figure 146 montre un des modèles les plus commodes. La baignoire communique par deux tubes horizontaux avec une petite chaudière à foyer intérieur. La partie centrale est un réservoir conique qui peut contenir assez de combustible pour le chauffage d'un bain, ce qui supprime toute surveillance. La combustion se fait dans un panier muni d'une grille articulée et mobile, qui permet d'activer le feu et de vider rapidement le foyer. Un chauffe-linge, en forme de couvercle hermétique, surmonte l'appareil. Le chauffage peut se faire au coke, à la houille ou au charbon de bois. La fumée se dégage par un tuyau latéral. L'eau placée dans l'enveloppe extérieure s'échauffe et passe dans la baignoire par le tube supérieur, tandis que l'eau froide vient la remplacer par le tube inférieur. Le baigneur peut, sans se déranger, réchauffer le bain en se servant du bouchon mobile, attaché à l'extrémité d'une chaînette. Le thermosiphon peut être séparé facilement de la baignoire.

Les appareils thermosiphons sont les plus simples à installer ; ils sont en outre très robustes et peu sujets aux réparations ; mais le chauffage est lent et exige au moins une heure

ou une heure et demie ; de plus il est à peu près impossible de nettoyer l'intérieur du thermosiphon, qui, au bout de quelque temps, salira nécessairement l'eau du bain.

*Chauffage par les fourneaux de cuisine.* — Dans tous les fourneaux de cuisine, on peut généralement disposer un

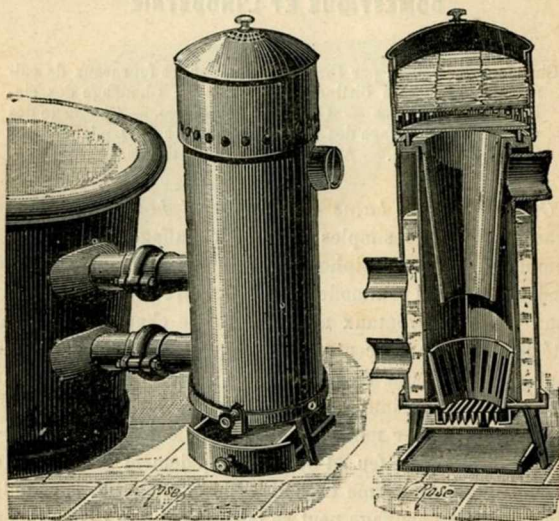


FIG. 146. — Chauffage d'un bain par thermosiphon (Piet).

bouilleur communiquant avec un réservoir d'une contenance suffisante pour un bain. Des tuyaux, qu'on voit sur la droite (fig. 147) amènent l'eau froide à la cuisine, à la baignoire, et à un petit bac, muni d'un robinet flotteur, pour maintenir automatiquement l'eau au même niveau, dans le grand réservoir en tôle placé à gauche ; ce réservoir communique par deux tubes verticaux en cuivre avec le bouilleur de même

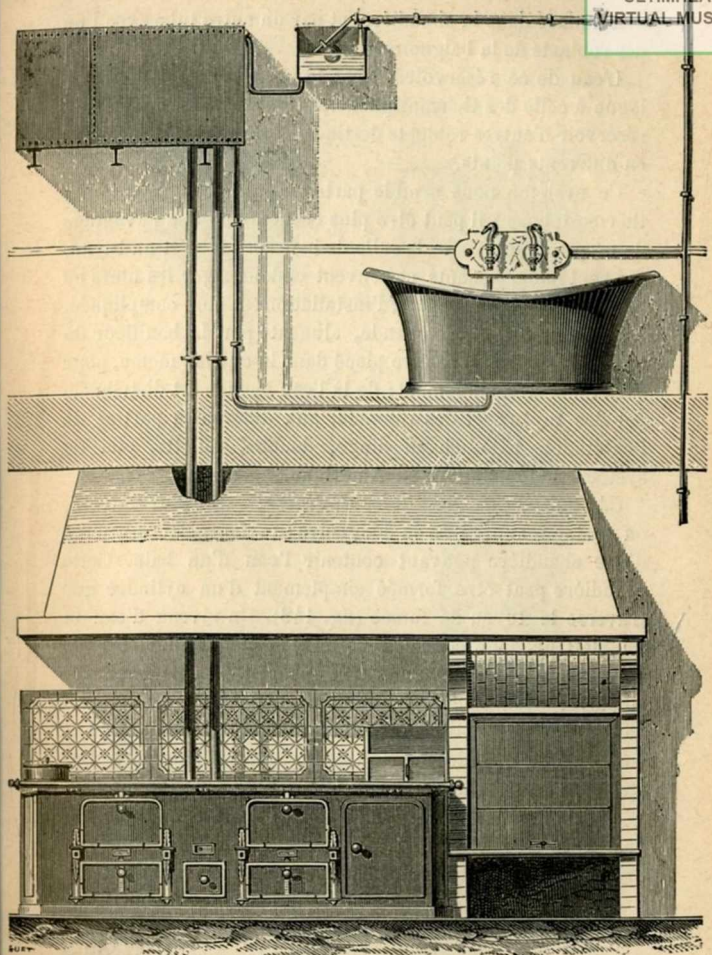


FIG. 147. — Chauffage d'un bain par un fourneau de cuisine (Delaroché).  
J. LEFÈVRE, Le Chauffage.



métal placé dans la chaudière, et par un autre tube avec l'un des robinets de la baignoire.

L'eau de ce réservoir s'échauffe par une circulation analogue à celle des thermosiphons. On peut aussi adapter au réservoir d'autres robinets destinés à fournir de l'eau chaude en différents points.

Ce système nous semble partager les inconvénients des thermosiphons ; il peut être plus économique et a l'avantage de ne pas exiger dans la salle de bain un foyer et un tuyau, qui sont laids, gênants et peuvent endommager les murs ou les tentures. D'autre part, l'installation est plus compliquée.

Le récipient d'eau chaude, alimenté par le bouilleur du fourneau, peut encore être placé dans la cuisine même, pour éviter son refroidissement ; de là l'eau chaude est distribuée, par des tuyaux et des robinets, aux différentes parties de l'habitation, bain, chauffe-linge, douche, toilette, etc. Ce système a été inauguré en Amérique.

*Chauffage par chaudière distincte.* — Le plus souvent, on installe auprès de la baignoire un fourneau surmonté d'une chaudière pouvant contenir l'eau d'un bain. Cette chaudière peut être formée simplement d'un cylindre que traverse le tuyau de fumée (fig. 148). Un niveau d'eau et un flotteur font connaître le niveau du liquide. Un bac avec robinet flotteur alimente l'appareil. On peut encore employer des chaudières tubulaires, ou faire passer l'eau dans une série de tubes où elle s'échauffe graduellement et coule ensuite chaude, goutte à goutte, dans la baignoire. Ces appareils donnent un chauffage plus rapide.

*Chauffage au gaz.* — Les appareils de chauffage sont analogues à ceux qu'on emploie avec le charbon ; mais la chaleur est produite par des becs de gaz à courant d'air.

*Établissements de bains.* — Dans les établissements de bains publics, où l'on doit avoir constamment une grande quantité d'eau chaude, on emploie des chaudières plus grandes.

## CHAUFFAGE DES SERRES

On se sert souvent d'une chaudière à foyer intérieur, **VIRTUAL MUSEUM**  
le tuyau de fumée s'enroule en un serpentin qui traverse le  
réservoir d'eau chaude, pour empêcher le refroidissement.  
Des robinets flotteurs règlent l'alimentation.

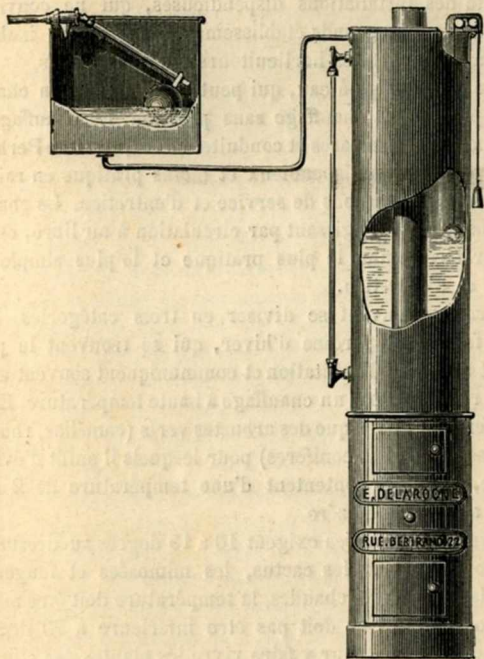


FIG. 148. — Chaudière pour bains (Delaroche).

*Chauffage des serres.* — Le chauffage des serres et jardins d'hiver peut s'effectuer soit par l'air chaud, soit par l'eau chaude, soit par la vapeur.

Le chauffage à l'air chaud peut s'employer pour les jardins d'hiver à la condition que l'air soit légèrement chargé d'hu-



midité, mais il n'est pas propice pour les serres chaudes ou tempérées qui ont besoin d'une grande somme d'humidité et d'une plus grande régularité de température.

Le chauffage à la vapeur, évidemment très convenable, nécessite des installations dispendieuses, qui ne conviennent qu'à de très grands établissements, mais sont inabordable à la plupart des horticulteurs et des amateurs.

Reste le chauffage à eau, qui peut se subdiviser en chauffage à pression et chauffage sans pression. Le chauffage à pression opérant en vases et conduites closes, système Perkins ou autres, est plus dispendieux et moins pratique en raison de certaines précautions de service et d'entretien. Le chauffage sans pression, agissant par circulation à air libre, est le mode préféré comme le plus pratique et le plus simple de service et d'entretien.

Les serres peuvent se diviser en trois catégories. Les serres froides ou jardins d'hiver, qui se trouvent le plus souvent auprès de l'habitation et communiquent souvent avec elle, ne réclament pas un chauffage à haute température. Elles ne renferment guère que des arbustes verts (camélias, rhododendrons, azalées et conifères) pour lesquels il suffit d'éviter la gelée, et qui se contentent d'une température de 2 à 3 degrés au-dessus de zéro.

Les serres tempérées exigent 10 à 15 degrés au-dessus de zéro, pour recevoir les cactus, les mimosées et fougères. Enfin, dans les serres chaudes, la température doit être maintenue constante et ne doit pas être inférieure à 20 degrés au-dessus de zéro, pour y faire vivre les plantes des climats chauds, et il est nécessaire de leur donner ce climat artificiel même en hiver.

Les serres chaudes doivent être basses et même autant que possible enfoncées dans le sol de la moitié de leur élévation, qui ne doit pas dépasser 2,50 à 3 mètres. Celle des serres tempérées peut être portée à 4 ou 5 mètres, celle des jardins d'hiver peut être élevée à 10 ou 12 mètres pour recevoir les

hautes tiges, mais ceci regarde le constructeur de plutôt que le constructeur d'appareils de chauffage.

*Chauffage des wagons.* — Les wagons sont chauffés le plus souvent au moyen de bouillottes d'eau chaude. Divers procédés servent à donner à ces appareils la température voulue. On peut les vider lorsqu'elles sont froides et les remplir directement d'eau chaude; mais cette manœuvre est assez longue; on préfère généralement réchauffer l'eau sans la changer, ce qui peut se faire par immersion dans l'eau chaude ou par injection de vapeur.

Le premier système a été installé par M. Regray à la Compagnie de l'Est. Deux treuils égaux, portant une double chaîne sans fin, sont placés horizontalement l'un au fond d'une citerne, l'autre au-dessus. L'eau de la citerne est chauffée par un courant de vapeur, qui est injecté près du fond. Les maillons correspondants des deux chaînes portent des châssis qui reçoivent les bouillottes. L'appareil est animé d'une rotation uniforme, de sorte que chaque bouillotte reste immergée environ cinq minutes; on en retire une toutes les douze ou treize secondes. Si la double chaîne porte vingt-quatre bouillottes, on peut en chauffer environ trois cents par heure.

Les Compagnies du Nord, de l'Ouest, d'Orléans, de P.-L.-M., emploient le chauffage par injection de vapeur. Les bouillottes sont disposées en séries horizontales superposées dans des caisses basculantes portées par un chariot. On amène le chariot devant une tuyauterie de vapeur ayant autant d'ajutages qu'il y a de chaufferettes, et, après avoir enlevé les bouchons de celles-ci, on établit la communication et l'on fait arriver la vapeur. Le groupement des bouillottes sur un chariot diminue les pertes de chaleur, sauf pour le rang supérieur, que l'on recouvre de substances peu conductrices. L'eau est portée à 90 degrés en deux ou trois minutes.

Les Compagnies d'Orléans, de l'Ouest, du Nord, de



P.-L.-M. et les chemins de fer hollandais se servent aussi de bouillottes remplies d'acétate de soude qui, en cristallisant, se maintient pendant plusieurs heures à une température voisine de 55 degrés. Pour réchauffer ces appareils dans l'eau bouillante, il faut environ cinquante minutes. La Compagnie du Nord emploie des chaufferettes traversées par un serpentín en cuivre, dans lequel on fait passer un courant de vapeur pour produire le réchauffement; il suffit de quinze à vingt minutes, si les bouillottes sont froides, et de cinq à six minutes lorsqu'elles sont encore tièdes. On a essayé aussi de réchauffer le sel à l'aide d'un courant électrique.

On a employé encore d'autres systèmes de chaufferettes, et l'on a essayé aussi l'emploi de l'air chaud et d'une circulation d'eau chaude. Il semble que les diverses solutions offrent chacune des avantages qui doivent les faire préférer suivant les cas <sup>1</sup>.

*Chauffage des voitures.* — On emploie souvent une bouillotte d'eau chaude. Depuis quelques années, on se sert aussi de briquettes en charbon de Paris, pesant environ 300 grammes et pouvant brûler quatorze heures, en dégageant une quantité de chaleur considérable. Ce charbon est placé dans un tiroir entouré d'une enveloppe métallique, ayant aux deux extrémités des ouvertures pour l'accès de l'air, dont une partie sert à brûler le charbon, tandis que l'autre s'échauffe et se répand dans la voiture avec les produits de la combustion. Ce mode de chauffage présente de graves dangers, qui ont été signalés pour la première fois par M. Galippe et mis en évidence par M. A. Gautier <sup>2</sup>, puis par M. Gréhan. M. A. Gautier a montré que ces briquettes brûlent lentement en donnant surtout de l'oxyde de carbone. Il est donc « très dangereux dans certains cas, et pour le

<sup>1</sup> Voy. *Les Chemins de fer et les tramways*, par A. Schœller.

<sup>2</sup> Gautier, Dangers du chauffage des voitures publiques par la combustion lente de charbons agglomérés (*Annales d'hygiène*, 3<sup>e</sup> série, t. VII, p. 335).



## CHAUFFAGE DES VOITURES

moins très imprudent dans tous, de respirer même quinze ou vingt minutes dans un espace clos, tel que celui d'une voiture fermée, où se produisent lentement, mais continuellement, de telles quantités d'oxyde de carbone.»

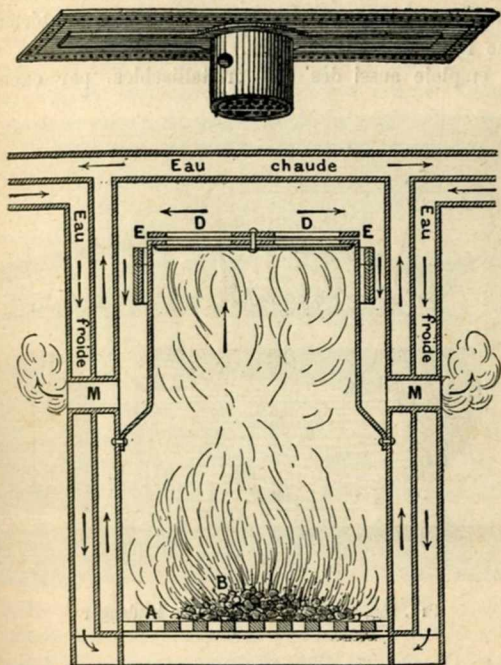


FIG. 149. — Appareil pour le chauffage des voitures.

La figure 149 montre un appareil qui a l'avantage de maintenir l'eau chaude sans exposer le voyageur aux émanations du foyer. Celui-ci est placé dans un petit cylindre, installé au-dessous et en dehors de la voiture. Le combustible B



repose sur une grille A et la fumée suit le chemin DEM pour s'échapper par les deux orifices latéraux. L'eau est placée dans une double enveloppe, qui s'étend horizontalement sur le plancher de la voiture, pour former une bouillotte. L'eau chaude s'élève à la partie supérieure de cette bouillotte, tandis que l'eau froide redescend dans l'enveloppe extérieure, comme le montrent les flèches.

On emploie aussi des sels cristallisables, par exemple

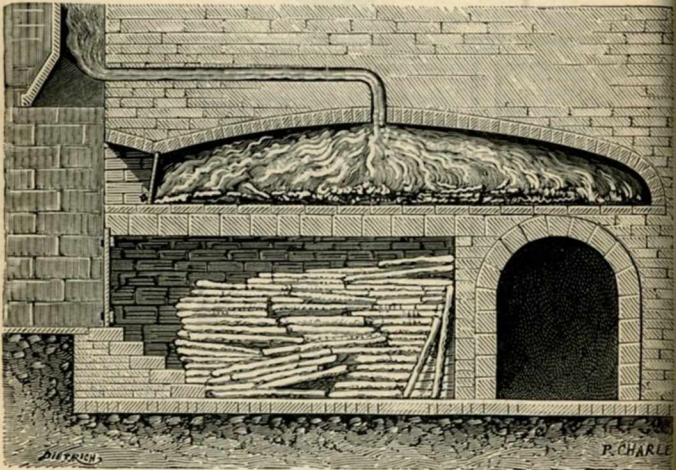


FIG. 150. — Four ordinaire de boulanger.

l'acétate de soude, comme nous l'avons indiqué pour les wagons.

*Fours de boulanger.* — On emploie encore le plus souvent pour la cuisson du pain des fours tout à fait rudimentaires (fig. 150), à sole plate et à voûte très surbaissée. On introduit d'abord le combustible, qui doit être un bois léger, bien sec (bouleau, peuplier, sapin), brûlant rapidement et

## FOURS LOCOMOBILES



avec flamme, afin d'échauffer la voûte plus que la sole. Après avoir allumé, on ferme la porte, qui laisse un tirage suffisant. La fumée se dégage d'ordinaire par une cheminée placée à la partie antérieure. On ajoute quelquefois plusieurs carneaux appelés *ouras*, munis de registres, qui partent de l'autre extrémité et passent au-dessus de la voûte pour aboutir à la cheminée. La voûte doit être portée à 300 degrés environ et la sole doit être moins chaude, pour éviter que les pains soient rapidement brûlés à son contact. Quand le four est assez chaud, on enlève la braise, on balaye la sole et l'on introduit les *pâtons* à l'aide d'une longue pelle de bois. On défourne lorsque la croûte est suffisamment formée, durcie et colorée. Les pains les plus petits se placent à l'entrée et s'enlèvent les premiers.

Ces fours perdent une grande quantité de chaleur, surtout lorsqu'on ne fait qu'une ou deux fournées par jour.

Pour éviter cette perte, les grandes boulangeries emploient des fours perfectionnés, à cuisson continue; le combustible est séparé du four, ce qui permet de brûler du coke ou de la houille. Le chauffage continuant pendant la cuisson, on obtient une température plus régulière.

*Fours locomobiles.* — Le pain est un aliment délicat, qui s'altère vite et ne peut pas être transporté à une grande distance. Aussi a-t-on construit, pour le service militaire, des fours portatifs qui peuvent aussi être employés utilement dans quelques autres cas.

Le four locomobile de MM. Geneste, Herscher et Somasco, est formé d'une voiture dont le coffre, en métal, contient deux fours identiques superposés; cette voiture est suspendue sur ressorts et montée sur deux essieux et quatre roues, du modèle adopté pour l'armée. Chaque four (fig. 151) se compose d'une sole en carrelage fait de briques spéciales, et d'une voûte en tôle, garnie par dessus d'une matière incombustible. Les deux cheminées, distinctes, sont placées à l'avant, les deux bouches d'enfournement à l'arrière. Ces ouvertures

sont protégées par un auvent et deux volets latéraux qui se replient pour le transport, ainsi que deux tablettes ou autels placés en avant des bouches.

Le chauffage se fait à la manière ordinaire, avec du bois

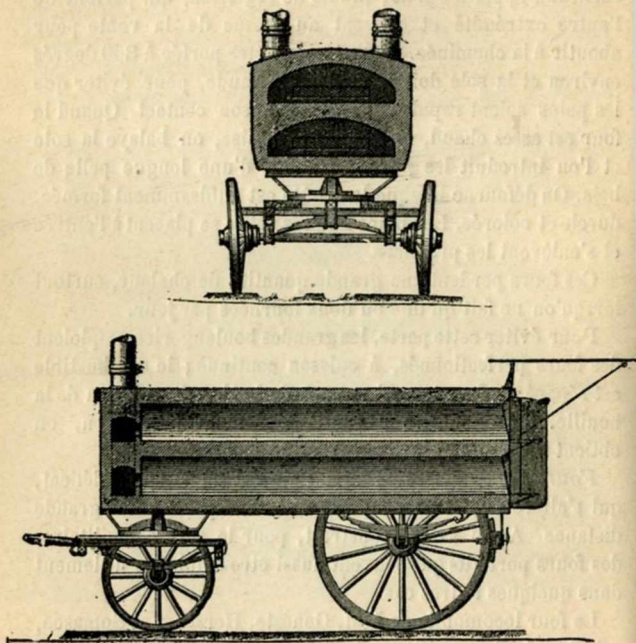


FIG. 151. — Four locomobile de Geneste, Herscher et Somasco.

placé sur la sole, et l'on retire la braise pour enfourner. Le service du four exige quatre hommes, un servant, deux pétrisseurs et un brigadier, chargé du chauffage, de l'enfournement et du défournement.

*Fours démontables.* — On se sert aussi, dans les opéra-

## FOURS DÉMONTABLES

tions militaires, de fours démontables. Le four Espinasse fut employé en France depuis 1844. Il a été utilisé en Algérie, au Mexique et pendant la guerre de 1870, mais n'a pas donné absolument les résultats qu'on en attendait.

Le four démontable Geneste, Herscher et Somasco (fig. 152), est formé de plusieurs anneaux identiques, cinq le

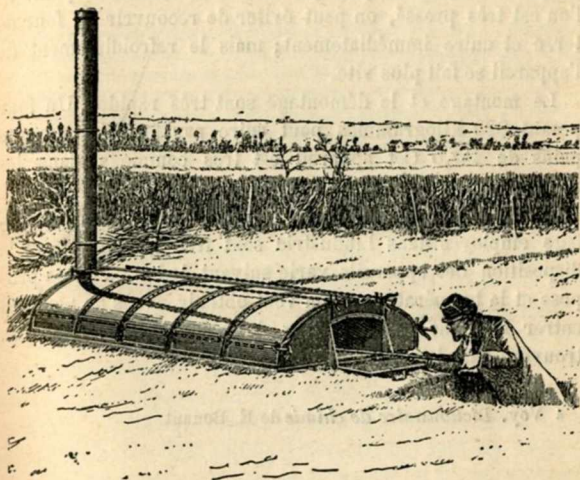


FIG. 152. — Four démontable de campagne.

plus souvent, et de deux plaques de fond. Le tout peut être facilement transporté par une voiture spéciale ou à dos d'homme ou de mulet. Pour se servir de l'appareil, on le place par terre, on emboîte les pièces les unes dans les autres et on les assujettit au moyen de chaînes de serrage.

L'une des plaques extrêmes porte la cheminée, l'autre la bouche d'enfournement. On creuse devant cette bouche un



trou de 1<sup>m</sup>,10 de profondeur, appelé *trou du brigadier*, dans lequel se place le brigadier chargé de la direction du four, et l'on rejette la terre sur le four, qu'on recouvre ainsi d'un enduit de 25 à 30 centimètres d'épaisseur. Il faut d'abord cuire l'appareil, c'est-à-dire sécher l'enveloppe de terre en entretenant le feu pendant environ quatre à cinq heures, puis on peut procéder à la cuisson du pain. Si l'on est très pressé, on peut éviter de recouvrir le four de terre et cuire immédiatement; mais le refroidissement de l'appareil se fait plus vite.

Le montage et le démontage sont très rapides. Un four pesant 320 kilogrammes peut cuire par fournée quarante pains de 1<sup>kg</sup>,5. Cet appareil est très commode dans les montagnes, les colonies, les voyages d'exploration.

*Appareils industriels divers.* — Les procédés de chauffage employés dans l'industrie sont très nombreux, et la disposition des appareils varie suivant le but qu'on se propose et la température qu'on veut obtenir. Nous ne pouvons entrer ici dans l'énumération de ces procédés, que l'on trouvera dans les ouvrages plus détaillés<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Voy. *Dictionnaire de chimie* de E. Bouant.



## CHAPITRE XVII

## DISTILLATION

Objet de la distillation. — Distillation de l'eau : alambic. — Divers modes de chauffage. — Distillation continue et automatique. — Exemple de grandes installations. — Distillation à des pressions inférieures à la pression atmosphérique. — Appareils à effets multiples. — Distillation de l'eau de mer : appareil Perroy. — Distillation des liquides mélangés : alcool, goudron de houille.

*Objet de la distillation.* — Distiller un liquide, c'est le faire bouillir pour recueillir ses vapeurs. Le liquide est porté à une température convenable dans une chaudière communiquant avec un récipient refroidi, dans lequel vont se condenser, d'après le principe de la paroi froide, les vapeurs formées dans la chaudière. Si le liquide chauffé contient des substances plus fixes, il les abandonne dans la chaudière et sort purifié de l'appareil ; c'est la *distillation simple*.

Si l'on distille au contraire un mélange de plusieurs liquides ayant des points d'ébullition différents, on peut les séparer en recueillant dans des récipients successifs les vapeurs qui passent à des températures plus ou moins élevées (*distillation fractionnée*). Dans ce cas, une seule opération ne suffit pas pour assurer la purification, car les différents liquides peuvent émettre des vapeurs simultanément, surtout si leurs points d'ébullition sont assez rapprochés : on est obligé de faire plusieurs distillations successives ou de recourir à des appareils très compliqués, qui assurent une séparation à peu près complète. C'est ce qui a lieu lorsqu'on distille le vin pour en extraire l'alcool.

*Distillation de l'eau.* — L'eau offre un exemple de distillation simple, car il suffit, pour la purifier, de la débarrasser