

LE
SAVANT DU FOYER

OU

NOTIONS SCIENTIFIQUES

SUR LES OBJETS USUELS DE LA VIE

PAR LOUIS FIGUIER

OUVRAGE A L'USAGE DE LA JEUNESSE

ILLUSTRÉ DE 244 FIGURES SUR BOIS

TROISIÈME ÉDITION

PARIS

LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET C^{ie}

BOULEVARD SAINT-GERMAIN, N^o 77

—
1864

Droit de traduction réservé

LES APPAREILS
DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION

VII

LES APPAREILS

DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION.

CHAUFFAGE.

Chez les Orientaux, qui vivaient dans une atmosphère chaude et sèche, les procédés de chauffage étaient fort imparfaits. On se contentait, le plus souvent, de placer dans un coin des pièces d'habitation un foyer dont la fumée s'échappait par une ouverture pratiquée au toit de la maison. Ce mode de chauffage ne se rencontre plus aujourd'hui que dans les huttes des peuplades sauvages.

Chez les Romains et les Grecs, on se servit d'abord de foyers portatifs, dans lesquels on brûlait du charbon de bois, qui ne donne point de fumée. En Espagne, en Italie, dans l'Amérique du Sud, ce système est encore en usage. Le *brasero* s'est conservé chez ces peuples qui, jouissant d'un climat chaud, n'ont pas à s'inquiéter beaucoup des moyens d'obtenir une chaleur artificielle. Cette méthode présente non-seulement des inconvénients,

mais encore des dangers réels, puisqu'elle expose à l'asphyxie par suite des gaz délétères, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, qui proviennent de la combustion du charbon.

Il est pourtant à remarquer que les calorifères proprement dits ont été imaginés chez les Romains. Dans les premiers temps de l'empire, on chauffa les palais au moyen de foyers disposés au-dessous du rez-de-chaussée : des tuyaux pratiqués dans l'épaisseur des murs portaient la chaleur dans les étages supérieurs.

La cheminée, telle à peu près qu'elle existe aujourd'hui, a été, depuis l'empire romain, le moyen général usité en Europe pour le chauffage. Les cheminées que l'on trouve dans les maisons romaines de Pompeï, ne diffèrent pas beaucoup, en effet, de nos cheminées actuelles.

Les moyens de chauffage usités de nos jours sont :

1° Le chauffage par les *cheminées*, les *poêles*, les *cheminées-poêles* ;

2° Le chauffage par le *gaz* ;

3° Les *calorifères*, qui font usage d'*air chaud*, de *vapeur d'eau* ou d'*eau liquide*.

CHEMINÉES.

Avant de parler des dispositions diverses que l'on donne aujourd'hui aux cheminées, il importe d'entrer dans quelques considérations préliminaires, pour faire comprendre ce que l'on doit entendre par le *tirage* du tuyau d'une cheminée.

Toute substance soumise à l'action de la chaleur se dilate, et les gaz sont de tous les corps ceux dont la dilatation est la plus considérable : un gaz est donc d'autant plus léger qu'il est plus chaud. La colonne d'air chaud que contient une cheminée étant plus légère que la même colonne d'air froid prise parallèlement en dehors de la cheminée, l'air chaud tend à s'élever dans le tuyau de conduite. Mais il ne peut s'échapper au dehors sans être remplacé, dans le tuyau de la cheminée, par une même quantité d'air froid, laquelle, s'échauffant à son tour, s'élèvera de même dans la cheminée, et ainsi de suite. Un courant d'air continuel traversera ainsi le foyer. L'afflux de l'air froid est donc

ce qui alimente le feu d'une cheminée. On appelle *tirage* ce phénomène d'échange qui s'établit entre l'air chaud de l'intérieur du tuyau et l'air froid de la pièce.

L'activité du tirage dépend de deux éléments : de la température de la colonne gazeuse qui monte, et de la hauteur de cette colonne. C'est dans le but de déterminer un tirage extrêmement puissant, en augmentant de beaucoup la hauteur de la colonne d'air chaud, que l'on surmonte les foyers des usines de ces immenses tuyaux qui atteignent à des hauteurs extraordinaires. Il faut ajouter cet autre principe, que la vitesse du courant d'air chaud est d'autant plus grande que l'ouverture du foyer est plus petite. En effet, si la colonne d'air qui doit traverser le foyer y arrive par une large ouverture, elle ne se met pas en contact avec tout le combustible, une partie de l'air passe par-dessus le bois ou le charbon, sans le faire profiter de son oxygène ; si, au contraire, le passage de l'air est rétréci, toute la masse d'air est forcée de venir traverser le combustible en ignition : elle s'y chauffe par le contact de ce combustible, et, par sa température plus élevée, provoque un tirage plus actif. Ce dernier principe explique le mécanisme de ces *tabliers mobiles*, sur lesquels nous reviendrons plus loin, et qui ont pour résultat d'activer momentanément le tirage des cheminées, pour rallumer un feu languissant, ou commencer l'allumage.

Le *chauffage par les cheminées*, considéré au point de vue scientifique, consiste à brûler le combustible dans un foyer ouvert, et à laisser perdre, par un tuyau débouchant au dehors, les produits gazeux de la combustion. Ce mode de chauffage est agréable, parce qu'il permet de voir le feu, de se chauffer les pieds, et de tenir le haut du corps à une température moindre ; il est salubre, car il détermine un renouvellement continu de l'air dans la salle chauffée. Cependant il a un grave inconvénient, c'est d'être le plus dispendieux de tous les moyens de chauffage. On a calculé qu'avec les cheminées du bon vieux temps, celles qui pouvaient abriter toute une famille sous leur respectable manteau, et recevoir quatre ramoneurs de front dans leur tuyau, plus respectable encore, on ne retirait qu'un et demi à deux pour cent du calorique développé par la combustion du bois. Ce système élémentaire de chauffage a été un peu amélioré de nos jours : les cheminées actuelles nous

font jouir du dixième de la chaleur produite dans le foyer ; tout le reste du calorique dégagé par la combustion du bois ou du charbon dans nos cheminées est perdu : il s'envole par les toits, emporté avec l'air chaud et la fumée que le tuyau rejette hors de la maison. On consomme annuellement en France pour 150 millions environ de combustible dans les cheminées, et l'on ne profite guère que de la chaleur produite par 15 millions de combustible. Ce résultat déplorable s'expliquera sans peine pour nos lecteurs, s'ils veulent bien réfléchir aux dispositions essentielles d'une cheminée.

Le foyer est placé contre une des parois de l'appartement ; cette disposition fait perdre une grande partie de la chaleur du combustible en ignition, puisque, dans les cheminées, le rayonnement calorifique du combustible est seul mis à profit ; or il n'y a ici que la partie antérieure du foyer qui rayonne ; celle qui est placée au fond du foyer ne donne aucun rayonnement dans la pièce. Une autre condition vicieuse, inhérente à la cheminée, c'est le tuyau. Cette énorme conduite, destinée à livrer passage aux produits de la combustion, emporte constamment l'air à mesure qu'il s'échauffe dans le foyer. M. Pécelet, à qui l'on doit un traité remarquable sur la chaleur, a dit : « Les architectes comprennent si mal les principes de l'application du calorique, que la place la plus chaude d'une maison se trouve sur les toits. » Cette spirituelle boutade est parfaitement fondée. Conservé dans l'appartement, l'air chaud, qui s'échappe au dehors par le tuyau de la cheminée, en élèverait la température ; mais il est remplacé par l'air froid de l'intérieur, qui, se glissant par le dessous des portes et des jointures, vient, au grand détriment de l'effet calorifique, incessamment remplir ce tonneau des Danaïdes, incessamment vidé. C'est pour cela que quand on se chauffe devant une cheminée, on a d'ordinaire les jambes rôties et le dos glacé ; pendant que le foyer brûle les *tibias*, l'air venant de l'extérieur refroidit le haut du corps.

On voit, en résumé, que la seule cause d'échauffement de l'air par les cheminées, c'est le rayonnement du combustible, qui élève la température de l'air placé à peu de distance du foyer.

Les constructeurs ont cherché à diminuer autant que possible les défauts que nous venons de signaler dans les cheminées ; et, s'ils n'ont pas rendu ce mode de chauffage économique, ce qui

était impossible, ils ont au moins diminué autant qu'il était permis les pertes de la chaleur.

C'est le physicien Rumfort qui, au commencement de notre siècle, apporta à l'ancienne cheminée les plus heureux perfectionnements qu'elle ait reçus. 1° Disposer le foyer de manière à renvoyer dans la salle la plus grande quantité possible de chaleur rayonnante; 2° réduire au minimum la quantité d'air appelée par la cheminée pour une quantité déterminée de combustible; 3° fournir à la cheminée, au lieu d'air froid, de l'air préalablement chauffé; telles sont les conditions que l'on a su remplir pour améliorer le système des anciennes cheminées.

La première indication a été réalisée, sur les conseils de Rumfort, en plaçant le feu très en avant, afin de diminuer la profondeur du foyer et d'augmenter l'étendue de la surface rayonnante. En inclinant les deux parois au dehors, les évasant, et les construisant avec des matériaux doués d'un grand pouvoir réfléchissant, comme la faïence ou le laiton poli, on a encore rempli l'indication relative au rayonnement.

La figure 159 représente la cheminée telle qu'on la construit aujourd'hui, d'après les indications de Rumfort.

Quant au second point, on a, d'après les indications de Rum-

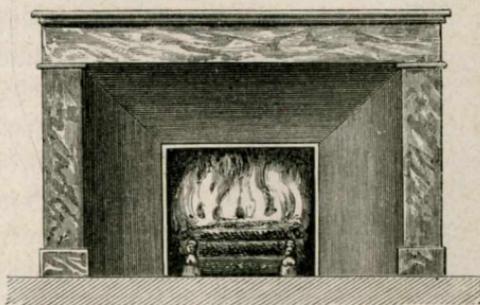


Fig. 159. Cheminée de Rumfort.

fort, rétréci la partie inférieure du tuyau de cheminée, pour y placer un registre, lequel, manié au moyen d'une tringle, permet de régler le passage des gaz suivant la quantité de combustible brûlé, et même d'en interrompre complètement l'issue. On peut fermer ce registre, après que le feu est éteint, pour empêcher le refroidissement de la salle. Cet artifice commence pourtant à être abandonné.

La figure 160 montre des coupes intérieure et transversale de la cheminée de Rumfort, si en usage aujourd'hui.

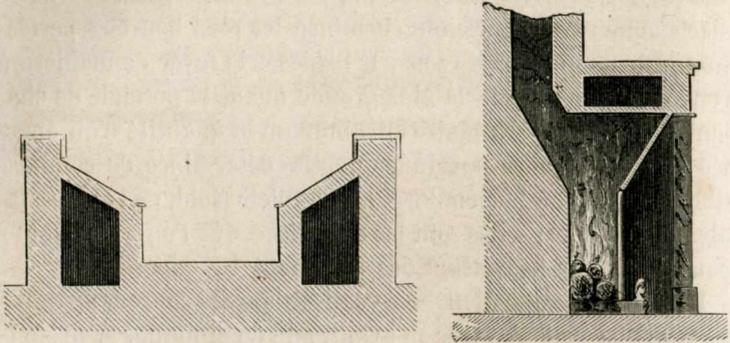


Fig. 160. Coupes de la cheminée de Rumfort.

La troisième condition a été remplie en profitant de l'air chaud et de la fumée qui se dégagent du foyer, pour chauffer de l'air

frais et pur, pris à l'extérieur, avant de l'introduire dans la pièce et dans la cheminée qu'il doit alimenter.

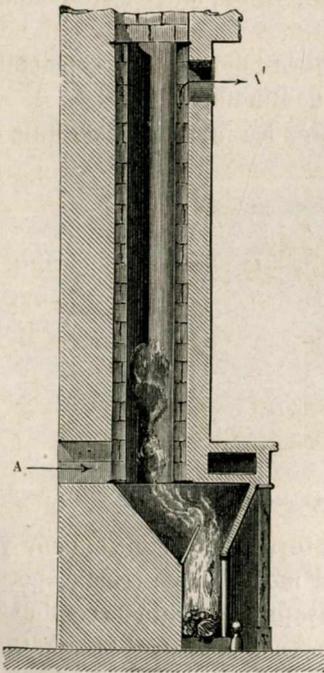


Fig. 161. Chauffage de l'air destiné à alimenter la cheminée.

Voici une disposition qui a été proposée dans ce but par Rumfort et qui est quelquefois mise en usage. Un conduit de fonte (fig. 161) placé en A attire l'air pris au dehors; cet air parcourt la partie inférieure du tuyau de la cheminée, et il vient se jeter dans la pièce par l'ouverture A'.

La plupart de nos cheminées d'appartement sont aujourd'hui fermées au moyen d'un *tablier mobile*. Ce tablier est composé de deux plaques métalliques se recouvrant l'une l'autre, à l'aide desquelles on peut régler à volonté l'introduction de l'air dans le foyer, et activer, quand on le veut, le tirage.

Comme on le voit sur les figures 162 et 163, qui montrent le

mode d'établissement et le jeu du tablier mobile, la plaque inférieure du tablier est soutenue par deux chaînes qui passent sur des poulies et portent des contre-poids à l'autre extrémité. Quand

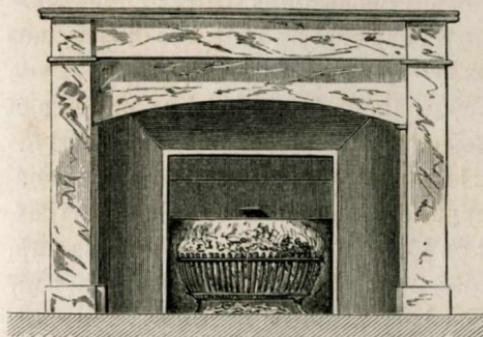


Fig. 162. Cheminée de Rumfort à tablier mobile.

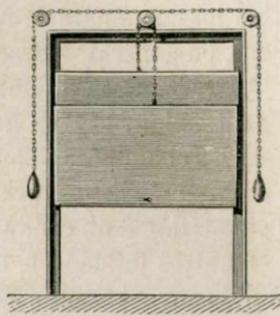


Fig. 163. Tablier mobile.

la première plaque en descendant a découvert la suivante, elle entraîne celle-ci, et de même lorsqu'elle l'a recouverte en remontant. Ce mode de liaison est établi de la manière la plus simple à l'aide d'arrêts placés l'un à la partie supérieure de la première, et les deux autres à la partie inférieure de la seconde. Nous avons déjà expliqué, en parlant du mécanisme physique du tirage des cheminées, pourquoi ce rétrécissement momentané du foyer provoque un tirage si énergique.

Un proverbe latin dit : *Sunt tria damna domûs : imber, mala femina, fumus*. Essayons d'expliquer la cause, et de chercher les moyens de prévenir cette fumée qui est, selon le latin, un des trois fléaux de la maison.

La fumée est un mélange d'air chaud, d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et de produits gazeux carbonés, élevés à une haute température. C'est en raison de cette température élevée que la fumée s'élève dans le tuyau de la cheminée. Or, différentes circonstances peuvent gêner son ascension, et la faire refluer dans l'appartement. La première de ces causes perturbatrices, c'est l'action du vent. Quand son mouvement est rapide, le vent coupe l'issue à la fumée, en formant au-dessus du tuyau comme une sorte d'obturateur. Si la direction du vent est verticale, il refoule la fumée dans le conduit. Les *chapeaux*, les *capuchons tournants*, qui ont pour résultat de jeter

la fumée du côté opposé d'où vient le vent, les *bascules chinoises*, que le vent fait retomber, de manière à fermer la cheminée du côté où le vent souffle, et à l'ouvrir du côté opposé, les *capuchons fixes*, en tôle, qui couvrent le tuyau en descendant en contrebas de son ouverture, sont les dispositions usitées pour empêcher les cheminées de fumer par l'effet du vent. Ces dispositions sont, en général, efficaces.

La rencontre de deux courants de fumée inégaux en force et en direction, la trop grande brièveté du conduit, font aussi fumer les cheminées : dans le premier cas, la séparation de la cheminée en plusieurs tuyaux par des languettes ; dans le second cas, l'adaptation d'un conduit en tôle, sont les remèdes les plus sûrs.

D'autres influences, agissant sur la partie inférieure du conduit, peuvent encore gêner l'ascension de la fumée : telle est, par exemple, l'insuffisance de la quantité d'air qui arrive dans la salle pour répondre à l'appel de la cheminée. Alors, en effet, un vide partiel se produisant dans la salle, la pression atmosphérique y diminue, et la fumée tombe nécessairement dans la pièce pour remplir ce vide partiel ; elle reflue par les parties du tuyau de la cheminée où le courant ascendant est le plus faible. Le même effet peut être occasionné par l'appel de cheminées plus puissantes, placées dans des chambres voisines, et même seulement par le tirage d'une cage d'escalier contiguë, surtout si elle est elle-même chauffée par un poêle ou un bec de gaz. Il faut, dans ce dernier cas, augmenter les ouvertures d'arrivée de l'air dans la pièce.

Il arrive encore fort souvent que le soleil frappant le sommet d'une cheminée, la fait fumer ; cela tient à ce que le soleil échauffant le tuyau, augmente encore le tirage, et nécessite un appel d'air plus énergique, appel auquel les ouvertures de l'appartement ne peuvent suffisamment répondre, ce qui diminue la pression atmosphérique à l'intérieur de la pièce, et force la fumée à y retomber par suite de cette inégalité de pression.

POÊLES.

Un poêle est un appareil de chauffage clos, à l'intérieur duquel on renferme le combustible ; les gaz produits par la com-

bustion sont évacués au dehors par un tuyau, qui est apparent dans la salle, ou caché dans le mur. Comme la presque totalité de la chaleur dégagée par le combustible est conservée dans la pièce, quand on a le soin de ménager au tuyau un très-long parcours dans cette pièce, le poêle constitue le plus simple et le plus économique de tous les systèmes de chauffage privé. Malheureusement il a de grands inconvénients. Le poêle ne laisse pas jouir de la vue du feu; il ne provoque dans la pièce qu'un renouvellement d'air insuffisant; il dessèche l'air, et force à respirer une atmosphère presque dépouillée de vapeurs d'eau ce qui détermine du malaise et des maux de tête. On remédie, il est vrai, avec efficacité à ce dernier inconvénient, en plaçant sur le poêle un vase contenant de l'eau, dont l'évaporation, proportionnée à la chaleur du foyer, fournit une quantité de vapeur qui suffit pour rendre à l'air son humidité normale.

On construit les poêles en terre, en tôle ou en fonte. Pour le même développement de surface de chauffe (parois et tuyaux), les poêles métalliques refroidissent plus vite la fumée que les poêles en terre; dès lors la chaleur demeure en plus grande partie dans l'enceinte. En outre, les poêles métalliques s'échauffent eux-mêmes plus rapidement que ceux en terre, mais ils se refroidissent avec une égale rapidité. Ils donnent presque toujours de l'odeur à la pièce et altèrent la pureté de l'air. Comme les poêles de fonte sont à très-bas prix et qu'on peut leur donner des formes commodes pour le double rôle du chauffage de la pièce et de la cuisson des aliments, ils sont très-répandus dans les petits ménages.

Les poêles en terre cuite s'échauffent lentement, mais une fois échauffés, ils ne cèdent qu'avec lenteur leur calorique, et maintiennent longtemps une température convenable dans l'enceinte où ils sont placés.

Dans les poêles simples dont il vient d'être question, c'est le rayonnement seul du combustible et des parois qui chauffe la salle. A Paris et dans la plupart des villes de France, les antichambres et salles à manger des appartements bourgeois contiennent de gros poêles construits en brique, et qui sont pourvus de ce que l'on nomme des *bouches de chaleur*. Leur foyer est entouré de tuyaux de fonte, qui reçoivent, par leur partie inférieure, l'air amené du dehors; cet air

s'échauffe alors et il est rejeté dans la salle par les bouches de chaleur.

Dans la figure 164, on voit l'élévation d'un de ces poêles. En

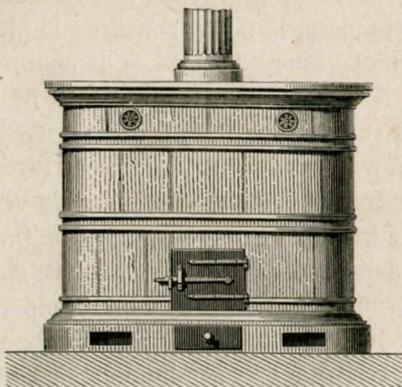


Fig. 164. Poêle français pour les antichambres et les salles à manger.

bas sont deux ouvertures donnant passage à l'air froid, en haut sont les deux bouches de chaleur.

La figure 165 est une coupe horizontale du même appa-

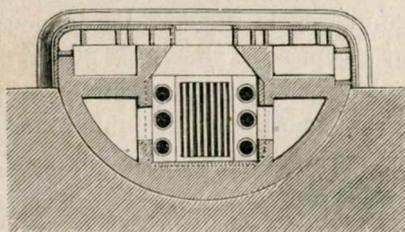


Fig. 165.
Coupe de poêle à la hauteur du foyer.

reil, faite à la hauteur du foyer. On voit les sections des six tuyaux qui environnent ce foyer et qui sont destinés à prendre l'air au-dessous du poêle et à le conduire dans un réservoir placé en haut, d'où il se rend, par deux autres tuyaux, aux bouches de chaleur.

En Allemagne, on emploie très-fréquemment des poêles métalliques, avec longue circulation d'air chaud. Les énormes poêles de Russie, faits en matériaux de construction, sont justement renommés. Nous ne saurions donner ici la description de ces

divers appareils, qui ne diffèrent entre eux que par des dispositions secondaires.

CHEMINÉES-POÈLES.

On nomme ainsi des appareils métalliques qui sont disposés comme les poêles pour brûler le combustible et chauffer l'air de la salle, mais qui sont pourvus d'un large foyer ouvert, pouvant se fermer à l'aide d'un tablier mobile. Ces appareils, propres et agréables, sont des poêles si on les ferme, et des cheminées si on les ouvre. A ce système appartiennent les *cheminées à la prussienne* et les *cheminées à la Désarnaud* qui, bien qu'anciennes et assez compliquées, ont été cependant construites avec tant de solidité et de soins, qu'elles fonctionnent encore très-régulièrement après soixante ans d'existence.

CHAUFFAGE AU MOYEN DU GAZ.

On a songé, dans ces derniers temps, à utiliser le gaz de l'éclairage pour le chauffage des habitations. L'emploi du gaz comme combustible, pour remplacer le bois ou le charbon, rencontre en France des difficultés qui tiennent surtout à la cherté de ce moyen de chauffage. Essayons pourtant de tracer le tableau des avantages qui résulteraient de la substitution du gaz à tout autre combustible.

On serait débarrassé, avec le gaz, des ennuis de l'emmagasinage du bois ou du charbon, de leur transport journalier par les domestiques, des vols, etc. On serait dispensé de l'ennui d'allumer le feu et de l'ennui de l'éteindre. Pour procéder à ces deux opérations, il suffirait d'ouvrir ou de fermer un robinet. On pourrait, sans autre dépense ni embarras que le jeu de ce robinet, transporter son chauffage de la salle à manger au salon, du cabinet de travail à la chambre à coucher, etc.

Avec le gaz, plus de fumée qui salit les rideaux, qui fane les meubles, qui noircit les papiers et les livres, qui altère et salit nos poumons, chose plus difficile à nettoyer.

Avec le chauffage par le gaz, la construction des maisons se-

rait singulièrement améliorée. Des appareils plus élégants remplaceraient nos lourdes cheminées; plus de ces énormes conduites plaquées le long des murs, et qui occupent un espace si précieux. Le désir, le besoin de voir le feu, ce bon et joyeux compagnon, pourrait d'ailleurs être facilement satisfait. On placerait dans le foyer où brûle le gaz une de ces *bûches incombustibles* faites avec des brins d'amiante entrelacés, et qui répandent le plus vif éclat sous les flammes du gaz.

A cette série d'avantages, auxquels donnerait lieu l'emploi du gaz dans le chauffage domestique, ajoutons cette dernière circonstance que les maisons pourraient se louer avec le feu, comme on les loue aujourd'hui avec la lumière et l'eau, comme on les louera un jour avec la télégraphie pour les communications d'étage en étage, et avec les cadrans électriques pour la distribution commune et simultanée des heures.

Le chauffage au moyen du gaz est établi et fonctionne aujourd'hui en Allemagne, en Angleterre et en France, où il est encore néanmoins peu répandu par suite du prix trop élevé du gaz. Faisons connaître les dispositions que l'on donne généralement aux appareils qui servent à utiliser le gaz comme agent de chauffage.

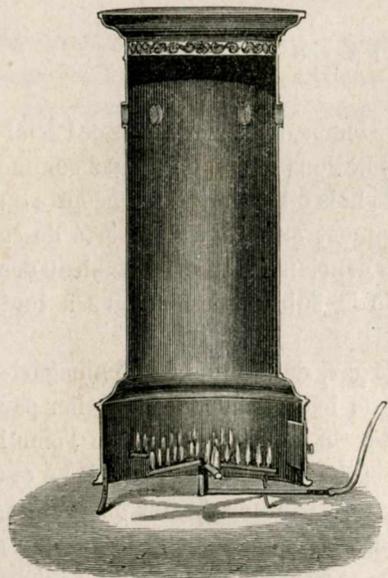


Fig. 166. Poêle à gaz pour le chauffage des appartements.

Le mode général de distribution du gaz dans ces appareils consiste à faire dégager le fluide gazeux par une lame métallique criblée d'une infinité de trous, et formant une sorte de tamis métallique.

Le *poêle à gaz* pour le chauffage des appartements, et représenté sur la figure 166, se compose d'un simple tuyau cylindrique en tôle, qui enveloppe de toutes parts la flamme du gaz, s'échappant elle-même d'un tube circulaire, persillé de trous. L'air chaud se

dégage dans l'appartement, il y persiste sans trouver d'issue au dehors; de cette manière, la température du lieu s'élève promptement et se maintient constante, puisque les gaz chauds n'emportent pas le calorique au dehors, comme il arrive avec les tuyaux des cheminées ordinaires. L'expérience a montré que cette combustion du gaz dans l'intérieur des appartements, sans qu'il existe de communication permanente avec l'air extérieur pour le dégagement de l'acide carbonique, n'offre aucun inconvénient pour la santé des personnes séjournant dans cet espace. Les communications accidentelles qui, dans une pièce chauffée, s'établissent forcément avec l'air extérieur, suffisent pour rendre tout à fait inoffensive la quantité d'acide carbonique provenant de la combustion du gaz, et qui est faible d'ailleurs, en raison du petit volume de gaz qu'il faut dépenser pour le chauffage d'une chambre fermée. Un peu d'attention et de surveillance suffit pour écarter tout le danger de ce mode de chauffage.

Le gaz est également employé comme combustible dans diverses industries, et même pour la cuisine. Le *fourneau de cuisine à gaz*, dont on se sert en Angleterre et en Allemagne, est en tout semblable à ceux qui sont en usage dans nos ménages, et où l'on brûle de la houille. Il consiste en une sorte de caisse de fer rectangulaire, sur laquelle on a pratiqué diverses cavités circulaires, occupées par une lame métallique, persillée de trous, pour livrer passage au gaz. Enflammé sur ce tamis métallique, le gaz sert à toutes les opérations de la cuisine.



Fig. 167.

Fourneau à gaz pour l'usage industriel.

La *boîte à rôtir*, qui ne fait pas partie de ce fourneau, mérite d'être décrite à part. Le gaz y sort, à l'intérieur, par quatre jets, disposés longitudinalement sur chaque face de la boîte. On suspend entre ces quatre jets de gaz la pièce à rôtir, qui n'a pas besoin d'être retournée, puisqu'elle est soumise à l'action du feu de tous les côtés à la fois.

Le gaz extrait de la houille est le seul qu'on ait employé jus-

qu'ici dans les appareils du chauffage au moyen du gaz. Mais celui qui nous semble préférable, comme agent de calorique, serait le gaz provenant de la décomposition de l'eau. En effet, l'hydrogène est de tous les gaz celui dont la puissance calorique est la plus élevée. Comme il ne donne naissance, en brûlant, qu'à de la vapeur d'eau, il ne répandrait dans l'atmosphère aucun produit dangereux; bien plus, en y déversant de l'eau en vapeur, provenant de sa combustion, il rendrait à l'air desséché par la chaleur du foyer son humidité normale. Il serait donc à désirer que l'on substituât le gaz hydrogène pur au gaz hydrogène bicarboné, c'est-à-dire au gaz de l'éclairage, pour le cas spécial du chauffage.

CALORIFÈRES.

Les cheminées et les poêles dont nous venons de parler, sont des appareils qui appartiennent à l'économie domestique, et que chacun doit bien connaître, puisqu'il s'en sert à chaque instant. Les autres modes de chauffage que nous avons à étudier, c'est-à-dire les *calorifères*, ont un autre rôle. Ce ne sont plus des appareils d'économie privée; destinés au chauffage des grands édifices, des monuments, des églises, des théâtres, des divers lieux de réunion publique, ils ne sont que rarement adaptés au chauffage d'un appartement, ou du moins d'une pièce isolée. C'est une distinction que nous devons établir avant d'entrer dans la description de ce nouveau système de chauffage.

On appelle généralement *calorifères* les appareils destinés à chauffer avec un seul foyer, plusieurs pièces d'un édifice ou d'une maison. Il existe trois genres distincts de calorifères : 1° le calorifère à air chaud; 2° le calorifère à vapeur d'eau; 3° le calorifère à eau liquide.

CALORIFÈRE A AIR CHAUD.

Le *calorifère à air chaud* est un appareil destiné à échauffer de l'air, et à le transmettre ensuite dans les salles qu'il faut maintenir à une température déterminée. Le calorifère n'est point, comme le poêle, placé dans la salle même qu'il doit échauffer,

c'est à distance qu'est établi le foyer; et bien qu'il n'utilise point la chaleur due au rayonnement du combustible, il est encore de beaucoup le moyen de chauffage le plus économique qui existe.

Il y a deux parties à considérer dans un calorifère à air chaud : celle qui sert à échauffer de l'air, et celle qui amène cet air échauffé à l'intérieur des pièces de l'appartement, au moyen d'une série de tuyaux.

L'enveloppe extérieure du corps du calorifère proprement dit, c'est-à-dire de l'appareil qui sert à échauffer l'air, est construite en briques épaisses, de manière à laisser perdre le moins de chaleur possible par le rayonnement. Les parois du foyer sont en fonte. Les produits de la combustion de la houille s'échappent au-dessus de la maison, par un tuyau ordinaire de cheminée. Une large prise d'air du dehors vient circuler autour des parois extérieurs de ce foyer, et s'échauffe à ce contact, pour être ensuite dirigée dans les pièces à chauffer. Il ne faut pas cependant que le foyer élève la température de ces parois jusqu'au rouge, afin que l'air qui vient les lécher ne soit pas *brûlé*, comme on le dit, c'est-à-dire privé de son humidité, et imprégné d'une mauvaise odeur provenant de la décomposition de certains corpuscules organiques qui flottent toujours dans l'air.

Le calorifère à air chaud doit être placé dans une cave ou dans un lieu quelconque placé plus bas que l'enceinte à échauffer, de telle sorte que la marche de l'air chaud soit toujours ascendante. Les tuyaux de distribution de cet air sont en brique ou en tôle. Leur section est assez considérable. Ils rampent sous le parquet ou dans l'épaisseur des murs ; il faut les isoler de la maçonnerie par des espaces vides, que l'on remplit de plâtre et de substances peu conductrices de la chaleur. Ils s'ouvrent dans les pièces à échauffer, par de larges bouches, munies de coulisses, qui peuvent se fermer plus ou moins. Dans les pièces ainsi chauffées, on doit ménager un appel suffisant pour favoriser l'écoulement constant de l'air chaud à travers la pièce. Cet appel se fait au moyen de vasistas pratiqués à la fenêtre, ou par un peu de feu allumé dans la cheminée de la dernière pièce de l'appartement.

Les figures 168 et 169 donneront une idée de la disposition d'un calorifère à air chaud.

Dans la figure 168, le foyer est placé au bas du cylindre de fonte C. La flamme et la fumée qui s'élèvent de ce foyer s'engagent dans l'orifice F, pour suivre un conduit de fonte, qui les ramène dans un large cylindre également en fonte F'F'' pour se diriger de là dans le tuyau de la cheminée, et s'échapper au dehors. L'air extérieur vient circuler autour du foyer et des

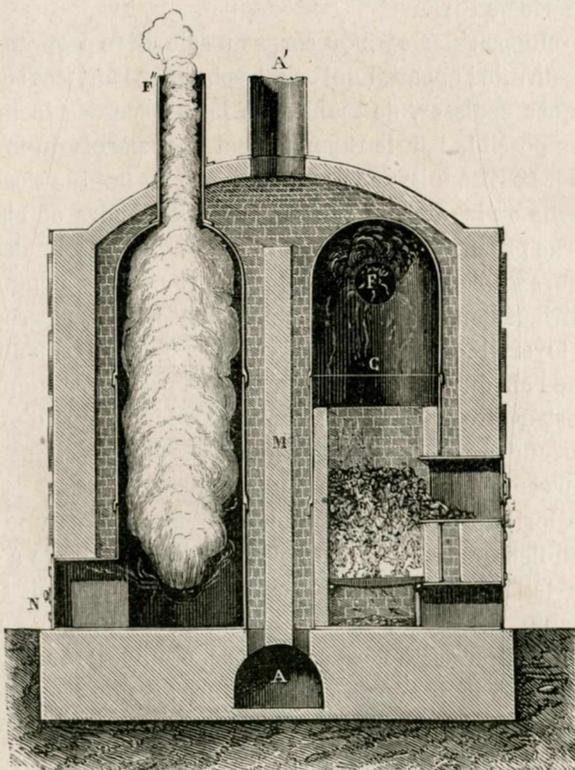


Fig. 168. Calorifère à air chaud.

tuyaux de fumée CF et F'F'', et se dégager en haut par une large ouverture A'. Tout l'appareil est enveloppé dans un grand coffre en brique. L'entrée de l'air se voit en A; cet air circule, comme nous venons de le dire, autour du foyer et des deux cylindres de fonte CF et F'F'' : chauffé par le contact de cette large surface brûlante, il s'échappe par le tube A' et se rend dans les pièces où il doit être distribué.

La figure 169 représente un calorifère anglais : il consiste en un foyer dont la flamme et la fumée entourent quatre rangées de tuyaux de fonte AA', dans lesquels passe l'air destiné à être

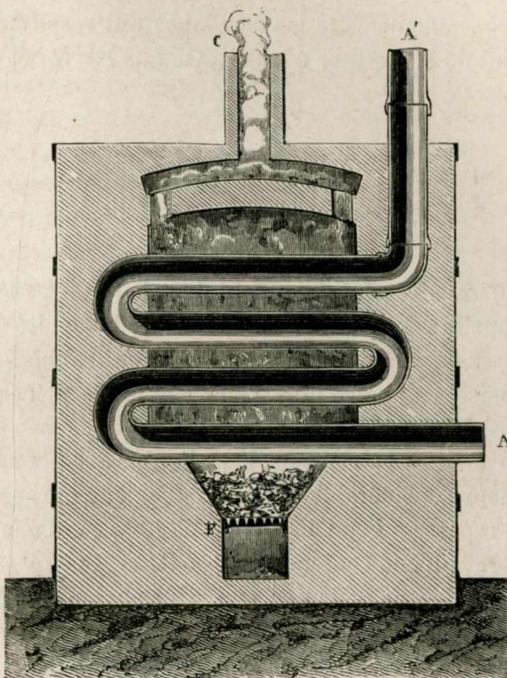


Fig. 169. Calorifère anglais à air chaud.

chauffé ; cet air entre en A dans le tuyau inférieur et sort très-fortement échauffé en A'. La fumée et les produits de la combustion du foyer F se dégagent par le tuyau de la cheminée C.

Les calorifères à air chaud sont des appareils de chauffage extrêmement avantageux. Ils donnent jusqu'à 75 pour 100 de la chaleur totale dégagée par le combustible. Ils sont en outre hygiéniques, en raison du renouvellement constant de l'atmosphère de la pièce, qui se trouve balayée, sans interruption, par un courant d'air. Un calorifère à air chaud chauffe et ventile tout à la fois, ce qui est un véritable avantage. La ventilation est tout aussi énergique qu'avec une cheminée ; en outre, l'air qui vient balayer l'appartement est chaud au lieu d'être froid, comme dans le cas des cheminées.

Cependant le calorifère à air chaud, au point de vue hygiénique, présente l'inconvénient que l'on reproche, avec juste raison, aux poêles : il envoie de l'air trop sec. L'air chaud qui arrive dans les pièces est presque dépourvu d'humidité. De là certains inconvénients pour les personnes qui respirent cet air : un sentiment de sécheresse à la gorge et aux lèvres, et quelquefois des maux de tête.

CALORIFÈRE A VAPEUR D'EAU.

Les calorifères à vapeur d'eau sont inférieurs aux calorifères à air chaud sous le rapport de l'économie et de la facilité d'établissement. Assez en vogue il y a une vingtaine d'années, ils sont un peu délaissés aujourd'hui. Voici sur quels principes physiques repose leur construction.

En se convertissant en vapeur, l'eau liquide absorbe une quantité de chaleur considérable, et réciproquement, la vapeur d'eau, quand elle repasse à l'état liquide, rend libre cette même quantité de chaleur qu'elle contenait à l'état latent. Une masse de vapeur d'eau représente donc une masse de chaleur qui peut être aisément portée à distance du foyer, et dont l'effet calorifique se produit dès que cette vapeur vient à se liquéfier. Dans une enceinte à la température de 10°, par exemple, imaginons un récipient dans lequel on fasse arriver de la vapeur d'eau à 100°; cette vapeur, se liquéfiant, laissera dégager sa chaleur latente, et échauffera l'enceinte. Ce dégagement de chaleur sera constant si l'arrivée de la vapeur dans le récipient est constante aussi. Tel est le principe du chauffage à la vapeur d'eau.

Ce mode de chauffage exige des appareils assez divers, que nous allons successivement passer en revue : le *générateur*, les *tuyaux de distribution*, les *récipients* où se fait la condensation de la vapeur et qui sont placés dans les pièces à chauffer, enfin les *tuyaux de retour de l'eau*.

Le *générateur* est une chaudière en tôle, ou en cuivre, de même forme que celle qu'on emploie pour le service des machines à vapeur, et dans laquelle l'eau portée et entretenue à l'ébullition fournit de la vapeur.

Les *tuyaux de distribution* ne doivent pas être trop larges, pour ne pas faire perdre trop de chaleur : leur diamètre doit néanmoins être suffisant pour que la vapeur y circule aisément et sans que l'on doive augmenter trop la pression. On enveloppe ces tuyaux de substances peu conductrices, comme du drap ou du foin. Enfin, pour empêcher que l'eau résultant de la condensation partielle de la vapeur ne séjourne dans ces tuyaux, on leur donne une certaine pente. Les tuyaux d'un grand diamètre sont en fonte; les plus petits en cuivre ou en fer étiré.

Les *réipients* placés dans la pièce à chauffer ont le triple objet de condenser intérieurement la vapeur, de transmettre à l'air de la pièce la chaleur dégagée par la liquéfaction de la vapeur, et de faire retourner à la chaudière l'eau provenant de la liquéfaction de la vapeur. Ces réipients sont en fonte, en tôle ou en cuivre. L'étendue de l'enceinte à échauffer, la température qu'on veut y maintenir, le rayonnement extérieur de l'enceinte, sont les conditions d'après lesquelles on règle les dimensions des réipients. On doit prendre en considération, dans l'application des

principes que l'on trouve posés sur ce point dans les traités spéciaux, la nature du métal dont le réipient est formé, comme l'état de sa surface. Les surfaces noircies et dépolies transmettent plus de chaleur que celles qui sont brillantes. L'épaisseur des parois a peu d'influence sur le rayonnement. La forme des *réipients* varie suivant le lieu où ils sont placés. Dans les ateliers, les bibliothèques, ce sont de simples tuyaux apparents ou cachés le long des murs. Dans une salle d'assemblée, comme cette forme ne se prêterait point aux exigences de la décoration, on en fait des piédestaux ou des consoles.

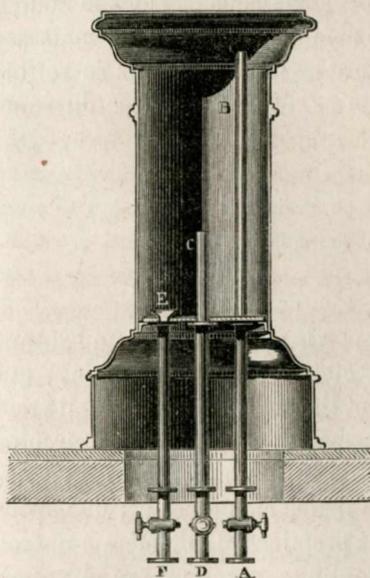


Fig. 170. Piédestal chauffeur, dans le chauffage à vapeur d'eau.

La figure 170 montre la disposition intérieure du *réipient* ou

piédestal chauffeur d'un calorifère à vapeur. Trois tuyaux en occupent la capacité ; l'un, AB, dont l'orifice est placé à la partie supérieure, sert à évacuer l'air qui remplit le piédestal quand arrive la vapeur. Le second, DC, amène la vapeur ; il débouche à une hauteur moyenne. Le dernier, EF, est destiné à faire écouler dans la chaudière l'eau provenant de la condensation de la vapeur ; il s'ouvre sur le fond inférieur du récipient. Ces trois tuyaux sont munis de robinets.

Les *tuyaux de retour de l'eau* servent à ramener dans le générateur l'eau condensée dans les récipients. On reçoit cette eau dans un réservoir, et l'on s'en sert pour alimenter la chaudière.

Ce système de chauffage, fort compliqué comme on le voit, est d'un établissement difficile et d'un entretien qui exige de véritables mécaniciens. Sous le rapport de la simplicité, il est bien inférieur au calorifère à air chaud, qui ne demande presque aucun soin, et qu'un domestique suffit à entretenir.

Le chauffage à la vapeur était en grande faveur il y a vingt ans : c'est ce qui explique qu'il soit employé dans plusieurs grands édifices de Paris, parmi lesquels nous citerons la Bourse et l'Institut. Il a l'avantage de chauffer rapidement ; mais ses frais d'installation sont considérables ; les appareils se refroidissent vite, et il n'est pas facile de régler la dépense du combustible sur l'effet utile qu'on désire obtenir.

CALORIFÈRE A EAU LIQUIDE.

Le chauffage des habitations par la circulation d'un courant d'eau chaude dans des tuyaux était connu des Romains, qui l'employaient dans leurs étuves et thermes. Mais l'appareil vraiment remarquable dans son principe, qui consiste à faire circuler de l'eau chaude dans une série de tuyaux ascendants, et à ramener la même eau liquide de la même chaudière par une autre série de tuyaux faisant suite aux premiers, de manière à opérer une véritable *circulation d'eau* continue, est la propre invention de l'architecte Bonnemain. C'est vers la fin du dix-huitième siècle que ce système fut établi pour la première fois par l'architecte français. De 1830 à 1835, ce procédé de chauffage a reçu de

nombreuses applications en Angleterre. Il a été de nouveau perfectionné en France par M. Léon Duvoir.

Concevons une ligne de tuyaux s'élevant d'un point donné jusqu'à une certaine hauteur, et descendant ensuite pour venir se terminer à ce même point. Si un tel système, qui forme un cercle continu et complet, est entièrement rempli d'eau à la même température, il est évident que toute cette masse liquide se tiendra en équilibre et immobile. Mais qu'en un point donné du circuit l'eau soit échauffée au moyen d'un foyer, l'équilibre primitif sera rompu, la couche liquide échauffée deviendra plus légère, s'élèvera et sera remplacée par une même masse d'eau froide, laquelle s'échauffant à son tour, s'élèvera comme la première, et ainsi de suite. Un courant continu se produira de cette manière dans l'appareil, les parties échauffées gagneront la partie supérieure, descendront après s'y être refroidies, et seront finalement ramenées vers le foyer.

Tel est le curieux principe du chauffage par l'eau liquide. Voici maintenant comment est disposé l'appareil. Il se compose d'abord d'un foyer, sur lequel est placée une chaudière de métal. Du haut de cette chaudière, part la branche ascendante du système de tubes qui, après un parcours plus ou moins prolongé, retourne à la chaudière et vient s'ouvrir vers son fond. C'est au point le plus haut du circuit qu'est situé le foyer. La branche ascendante de tuyaux transporte la chaleur, la branche descendante la répand dans la pièce à chauffer.

Les appareils de chauffage à l'eau sont de deux sortes : 1° ceux dans lesquels le circuit ne s'élève pas à une grande hauteur et où la pression exercée sur l'eau de la chaudière par la colonne ne dépasse pas la pression atmosphérique : on les nomme à *basse pression*; 2° ceux dont le circuit est très-long et dans lesquels la charge supportée par la chaudière est considérable et la température bien supérieure à 100° : ce sont les appareils à *haute pression*.

Dans les appareils à *basse pression* (fig. 171), le liquide est en relation avec l'air extérieur, soit par la chaudière quand elle est ouverte, soit par un appendice, nommé *vase d'expansion*, qui sert à recevoir le trop-plein des tuyaux, quand l'eau qui y est contenue se dilate par suite de l'échauffement. On emploie la chaudière ouverte lorsque l'inclinaison du circuit est très-faible et

ne dépasse pas un mètre. Pour le chauffage des serres, par exemple, où les tuyaux courent à peu près horizontalement un peu au-dessous du sol, la branche ascendante s'ouvre au-dessus du niveau de l'eau, et la branche descendante au-dessus de l'orifice de la première. La chaudière est fermée au contraire, lorsqu'on veut appliquer ce genre de chauffage à plusieurs

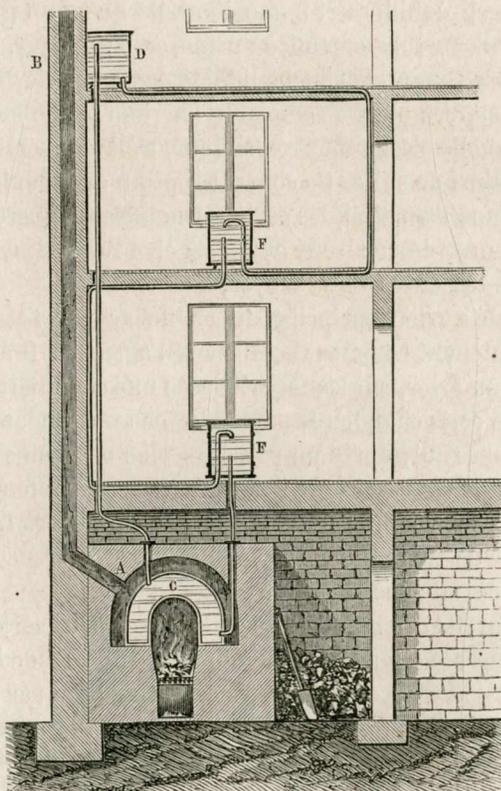


Fig. 171. Calorifère à eau chaude, basse pression.

étages à la fois, auquel cas l'eau communique avec l'atmosphère par le vase d'expansion.

Il faut distinguer parmi les tuyaux ceux qui servent au transport et ceux qui servent au chauffage. Les premiers, dont le diamètre est en général plus petit que celui des derniers, doivent être assemblés avec soin et disposés de manière à pouvoir sup-

porter sans se rompre les dilatations et les contractions auxquelles ils sont successivement soumis.

Comment la chaleur est-elle communiquée par l'eau à l'enceinte qu'il s'agit de porter et de maintenir à une certaine température? Le courant d'eau chaude traverse un vase de métal, nommé *poêle à eau*, parce qu'il chauffe, en effet, la pièce à la manière d'un poêle, et qui est placé dans la salle même à chauffer. L'eau chaude arrive dans ce poêle par en haut et s'échappe par en bas. De simples tuyaux remplacent économiquement les *poêles à eau* dans les serres, les ateliers et les salles où l'on peut les dissimuler.

La figure 171 représente le calorifère à eau à *basse pression*. AB est le tuyau de la cheminée du foyer qui chauffe l'eau contenue dans la chaudière dont la forme est concave; de cette chaudière part le tube qui amène l'eau chaude dans les poêles D, E, F, et la ramène ensuite à la chaudière.

Dans les *appareils à haute pression*, le principe du système est le même, si ce n'est qu'au lieu de fonctionner à des températures inférieures ou égales à celle de l'eau bouillante, l'eau chaude circule sous des pressions de plusieurs atmosphères, et par conséquent à une température bien supérieure à 100°. Ces appareils exigent moins de surface de chauffe, et occupent moins de place; mais ces fortes pressions et la haute température à laquelle sont soumis les tubes, exposent à des ruptures. C'est ce qui arriva, en 1858, dans l'église Saint-Sulpice, à Paris, où plusieurs personnes furent brûlées grièvement par la rupture subite d'un tuyau de chauffage plein d'eau bouillante. En outre, les tubes peuvent à la longue carboniser les bois près desquels ils passent, ce qui a quelquefois causé des incendies.

La figure 172 représente un appareil à haute pression destiné au chauffage d'une maison à plusieurs étages. Il consiste, comme on le voit, en un long tube continu qui se replie sur lui-même en hélice quand il arrive dans le *poêle à eau*. Le fourneau en briques, avec son foyer, est placé à la partie inférieure. Le tuyau s'élève directement jusqu'à l'étage supérieur qu'il s'agit de chauffer; il forme là une nouvelle hélice, qui commence le tuyau de retour du circuit, et forme un poêle destiné à chauffer l'air de l'étage supérieur. Cette hélice enveloppée

de bois, de pierre ou de métal, répand sa chaleur dans le poêle par de larges bouches grillagées. Après avoir ainsi chauffé l'étage supérieur, le tuyau descend à l'étage inférieur, pour y former un *poêle* semblable, et ainsi de suite à chaque étage, jusqu'à ce qu'il revienne à son origine, complétant et parachevant le circuit.

La pression dans les appareils de ce genre, construits par

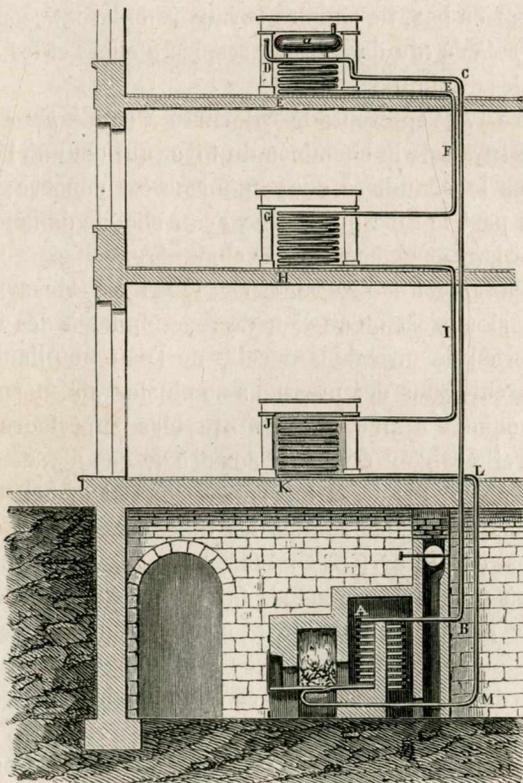


Fig. 172. Calorifère à eau chaude, haute pression.

Perkins en Angleterre, allait quelquefois jusqu'à 15 ou 20 atmosphères : c'était un danger permanent de rupture et d'explosions. En France, M. Duvoir installa à la Chambre des Pairs un système dans lequel la pression ne dépassait pas 5 atmosphères, mais qui était encore sujet aux ruptures.

Les avantages du chauffage par circulation d'eau ont été ap-

précisés ainsi qu'il suit par M. Grouvelle, dans le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* :

« Une simplicité remarquable de construction et de conduite. Pas d'alimentation, de surveillance, ni de nettoyage; une régularité extrême dans le chauffage.... Une répartition très-égale de chaleur sur de grandes longueurs. Une facilité très-grande de modérer le chauffage et de le régler suivant les besoins du moment par la seule conduite du feu.... Un refroidissement très-lent. On emploie donc avec grand succès ce mode de chauffage dans les serres où il faut une chaleur réglée et parfaitement égale, dans les prisons, les édifices publics destinés à de grandes réunions. »

A côté des avantages de ce système, signalons ses défauts. Les hautes pressions que supportent les tubes et les chaudières, sont une source de dangers, comme l'a prouvé l'accident arrivé à l'église Saint-Sulpice, où l'un des tuyaux s'étant crevé, plusieurs personnes furent brûlées et inondées dans l'église. La dépendance forcée des *poêles* d'eau, superposés d'étage en étage, et desservis par une seule circulation, fait que l'on ne peut jamais chauffer l'un sans l'autre, ni suspendre le chauffage d'une ou de plusieurs pièces : il faut que toutes les pièces soient chauffées, bon gré mal gré. Ces inconvénients sont graves. Ils font comprendre que ce système, qui a été quelque temps en faveur, ait fini par faire place au calorifère à air chaud, si simple dans son installation et dans son entretien, qui n'exige pour sa construction qu'un travail de maçonnerie, et pour son entretien qu'un domestique¹.

VENTILATION.

Lorsqu'un certain nombre de personnes sont réunies dans un espace clos, par exemple dans une salle dont les portes sont fermées, elles éprouvent, au bout d'un certain temps, un malaise particulier, que l'on ne fait cesser qu'en renouvelant l'air de la pièce. Cet effet fâcheux est dû à la viciation de l'air,

1. Les lecteurs qui désireraient des renseignements plus étendus sur la question des calorifères, les trouveront dans l'article *Chauffage* de M. Grouvelle, du *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, auquel nous avons fait divers emprunts pour ce chapitre.

et le renouvellement de l'air altéré est le seul moyen à opposer à sa manifestation. Mais quelles sont les causes de cette altération de l'air dans une salle habitée? Ces causes sont nombreuses, quelques-unes peuvent être mesurées exactement.

A cette dernière catégorie appartiennent les modifications de température, le changement de composition de l'air, ainsi que les variations dans les quantités d'humidité qu'il contient. On sait que l'homme, par sa respiration, prend l'oxygène à l'air qui l'environne, et le remplace par de l'acide carbonique. La quantité d'acide carbonique produit s'élève, en moyenne, à 500 litres par jour pour chaque individu adulte. En outre, par sa respiration et sa transpiration cutanée, l'homme émet chaque jour 1300 grammes d'eau à l'état de vapeur.

Les autres causes de viciation qui jusqu'à ce jour ont échappé à nos procédés de mesure, n'en sont pas pour cela moins réelles. Elles proviennent de la présence de matières animales produites par les êtres vivants, et qui manifestent leur présence dans l'air confiné par une odeur particulière, désagréable, même quand il s'agit d'individus sains.

Le moyen le plus efficace d'éviter ces inconvénients, c'est l'emploi d'un bon système de ventilation.

Deux à trois millièmes d'acide carbonique, et sept grammes de vapeur d'eau par mètre cube, sont les limites que l'altération de l'air ne doit pas dépasser. Des expériences ont prouvé qu'en fournissant à une réunion de personnes en santé vingt mètres cubes d'air par heure et par individu, on satisfait complètement à toutes les exigences d'une bonne hygiène. Mais combien peu de lieux publics présentent ces conditions hygiéniques! Qu'on songe à nos salles de spectacle, aux ateliers de beaucoup d'industries, aux salles d'hôpital! on verra avec quelle négligence les architectes ont prévu la nécessité de renouveler l'atmosphère de ces lieux de réunion.

Il y a dans l'histoire de l'adoption générale des moyens de ventilation une circonstance bien singulière et qui mérite d'être signalée. Ce n'est point pour le public des théâtres, pour les ouvriers des fabriques, pour les malades des hôpitaux, qu'on a songé pour la première fois à établir un système de ventilation destiné à renouveler l'atmosphère altérée; c'est... pour les vers à soie! La ventilation fut employée d'abord dans les magnane-

ries, dans un but d'intérêt privé ; elle produisit d'excellents résultats sur l'éducation des chambrées de vers, et c'est après la constatation de ce fait que la ventilation fut réclamée pour des réunions d'hommes.

Les premiers essais d'un système de ventilation ont eu lieu en Angleterre, pour la Chambre des Lords et celle des Communes. En France, la ventilation fut appliquée pour la première fois, au palais de la Chambre des Pairs. Depuis cette époque, les hôpitaux et les théâtres ont songé, avec plus ou moins d'empressement et de succès, à réaliser ce précieux système.

Il y a deux manières de provoquer la ventilation d'une salle : par un appel d'air, que l'on provoque au moyen d'un foyer placé à la partie supérieure de la salle, ou par l'injection, dans l'intérieur de cette salle, d'un volume d'air frais pris au dehors et poussé dans la salle par un moyen mécanique, tel qu'une machine soufflante ou une aile d'hélice en métal, animée d'un mouvement de rotation.

Le meilleur système de ventilation consiste dans l'emploi d'un agent d'impulsion mécanique qui lance de l'air dans la salle. Pour donner une idée de ce système, nous ferons connaître celui qui a été adopté il y a peu d'années, et qui fonctionne à l'hôpital Lariboisière, à Paris, *ce palais du pauvre*, comme on l'a nommé, dont la distribution intérieure est citée comme un véritable modèle.

Une machine à vapeur placée dans une cave, à l'extrémité de l'hôpital, met en mouvement une hélice métallique : c'est une espèce de moulinet formé de deux ailes, que l'on fait tourner à l'entrée du tuyau de distribution de l'air, au moyen d'une petite machine à vapeur ou d'une force motrice quelconque. Ce moulinet, en tournant sur son axe, attire d'un côté l'air, qu'il puise au sommet de l'édifice, et le pousse, de l'autre côté, dans un large conduit de bois, qui va le porter et le distribuer aux différentes salles à ventiler. Mais avant de se mélanger à l'atmosphère de l'enceinte, cet air parcourt un conduit situé sur la ligne médiane de l'édifice, et s'échauffe au contact des tuyaux du calorifère de l'hôpital. L'air, ainsi échauffé sur son passage, monte à la partie supérieure de la salle, s'étend en nappe, et descend ensuite, poussé par derrière par de nouvelles couches,

qui le suivent et le remplacent. Descendu à la partie inférieure de la salle, il s'engage dans les conduits de sortie qui règnent dans les murs, et se rend dans une vaste cheminée placée à la partie supérieure du comble de l'hôpital, d'où il s'échappe au dehors. L'air qui pénètre dans la salle y arrive par la partie supérieure, et comme il en sort par les parois latérales, après avoir parcouru le trajet que nous avons indiqué, il est bien forcé de changer continuellement et complètement l'atmosphère de l'enceinte.

Tel est le système de ventilation le plus simple et le plus efficace que l'on connaisse.

Dans les nouveaux théâtres de Paris, ceux de la place du Châtelet et de la Gaité, on n'a pas adopté le système de l'injection de l'air. C'est l'appel par un foyer supérieur qui détermine la ventilation.

La ventilation est indispensable dans les lieux de réunion publique, comme les salles de théâtre, les prisons, les assemblées, les hôpitaux. On a moins à s'en préoccuper dans les appartements et les pièces d'une maison, qui ne reçoivent qu'un petit nombre d'individus à la fois, et dont l'atmosphère est d'ailleurs suffisamment renouvelée, pendant l'hiver, par le tirage de la cheminée, et pendant l'été, par l'ouverture des fenêtres et des portes. C'est donc principalement pour les lieux de réunion publique que l'on doit songer aux moyens de ventilation.



LES
APPAREILS D'ÉCLAIRAGE

VIII

LES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE.

L'huile brûlée dans les lampes, le suif ou l'acide stéarique moulés en chandelles ou en bougies, le gaz fourni par la décomposition de la houille, enfin des liquides combustibles contenus sous le nom d'*hydrocarbures*, tels sont les divers produits qui servent à l'éclairage, public ou privé. Nous avons présenté l'histoire et la description de ces divers moyens d'éclairage dans un ouvrage antérieur, auquel nous sommes forcé de renvoyer le lecteur, pour ne point répéter ce qui s'y trouve développé¹. Nous avons donné dans cet ouvrage l'histoire abrégée et la description des différents instruments ou procédés auxquels l'homme a recours pour se procurer une lumière artificielle. Pour compléter les renseignements contenus dans ce chapitre, nous considérerons à un point de vue général la question de l'éclairage, en portant notre attention sur l'étude physique et chimique de la *flamme*, dans laquelle réside toute puissance éclairante.

1. Les *Grandes inventions anciennes et modernes, dans les sciences, l'industrie et les arts*. 1 vol. gr. in-8, 2^e édition. Paris, 1863, chez L. Hachette, p. 340-362.

Qu'est-ce que la flamme? On la caractérise au point de vue chimique, en disant que c'est *un gaz chauffé jusqu'au point de devenir lumineux*. Tous les corps, quel que soit leur état physique, deviennent lumineux, c'est-à-dire sont en *ignition*, quand ils sont portés et maintenus à une température suffisante. Quand un gaz est fortement chauffé, il rougit; d'invisible qu'il était, il devient visible et lumineux; il constitue alors la *flamme*.

La température rouge des corps gazeux, c'est-à-dire celle de la flamme, est supérieure à la chaleur blanche des corps solides. Ce qui le prouve, c'est que si l'on approche de la flamme d'une lampe un fil de platine ou d'amiante, ce fil rougit avant de toucher la flamme. Si l'on fait rougir par la chaleur un tube de verre, et qu'on fasse passer un courant d'air à travers ce tube, l'air ne rougit point; mais si l'on projette alors de petits corps solides dans cet air obscur, ces corps solides deviennent incandescents, ce qui prouve que le degré de chaleur qui suffit pour produire l'incandescence d'un corps solide, ne peut produire l'incandescence d'un gaz, ou, en d'autres termes, que la température de la flamme est supérieure à la chaleur blanche des corps solides.

La lumière étant le résultat de l'accumulation du calorique, il semble, *a priori*, que plus un gaz en brûlant développe de chaleur, plus il doit être lumineux; en d'autres termes, qu'une flamme doit être d'autant plus éclairante qu'elle est plus chaude. L'expérience prouve néanmoins que cette relation n'est pas fondée. Ce qui produit surtout l'éclat d'une flamme, c'est le dépôt, fait dans son intérieur, d'un petit corps solide; dans ce cas, le corps solide devenant lumineux ajoute son propre éclat à celui de la flamme. Citons quelques faits à l'appui de ce principe.

L'hydrogène est de tous les gaz celui qui développe, en brûlant, la plus grande quantité de chaleur; cependant la flamme du gaz hydrogène est à peine visible; cela tient à ce que le produit de la combustion du gaz hydrogène est la vapeur d'eau, c'est-à-dire une substance non solide. L'alcool produit en brûlant une température extrêmement élevée; cependant la flamme de l'alcool est extrêmement pâle, parce que, durant sa combustion, son hydrogène et son carbone brûlent entièrement sans laisser de résidu solide. L'éther sulfurique brûle avec une flamme éclatante, parce qu'il renferme plus de carbone que l'alcool, et

qu'une partie du carbone non brûlé se dépose à l'intérieur de la flamme. Le phosphore répand en brûlant à l'air un éclat extraordinaire, parce que le produit de sa combustion est un corps solide et non volatil, l'acide phosphorique. Le zinc, comme le phosphore, brûle à l'air avec un éclat extraordinaire, parce que le produit de sa combustion est un corps solide et non volatil, l'oxyde de zinc. Le gaz de l'éclairage est très-lumineux, parce qu'il renferme beaucoup de carbone, et qu'une portion de ce carbone se dépose dans la flamme; au contraire, l'oxyde de carbone brûle avec une flamme très-pâle, parce que tout le carbone qu'il renferme disparaît pendant sa combustion. Tous ces exemples prouvent que l'éclat d'une flamme ne dépend pas uniquement de sa température, mais bien de petits corps solides qui se déposent dans le gaz en ignition.

Dans une flamme, ce n'est guère que la surface extérieure du gaz qui soit en ignition; le reste du corps gazeux est peu échauffé. Il y a dans une flamme trois espaces, trois zones, qui diffèrent par leur température : la zone intérieure A est tout à fait obscure; elle est formée par le gaz ou les vapeurs du corps gras qui échappent à la combustion, parce que les gaz étant mauvais conducteurs du calorique, la chaleur de la zone extérieure ne pénètre pas jusqu'à cette couche. C'est pour cela que la zone intérieure A est obscure et à peine chaude. Ce qui le prouve, c'est que si l'on introduit dans l'intérieur de cet espace un peu de poudre à canon, au moyen d'une petite cuiller de fer fermée par un petit couvercle, que l'on retire après l'introduction de la poudre au milieu de la flamme, cette poudre s'y maintient sans prendre feu. La zone extérieure C est celle qui jouit de la température la plus élevée; c'est en effet la partie qui se trouve de toutes parts en contact avec l'air, et qui, par conséquent, subit une combustion complète. Ici la température est très-élevée, mais le pouvoir éclairant est faible, parce que tout le carbone est brûlé, et qu'il ne se dépose au milieu de la flamme aucun corps solide qui puisse ajouter à son éclat. La zone moyenne B est moins chaude que la zone extérieure, parce

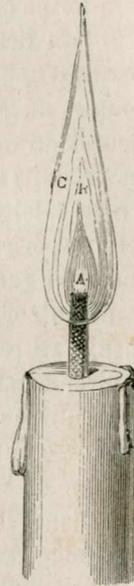


Fig. 173. Flamme d'une bougie.

que l'air n'y pénètre qu'en partie, et que la combustion est incomplète; mais son pouvoir éclairant est considérable, parce que, en raison même de cette combustion incomplète, un corps solide, c'est-à-dire le carbone, se dépose dans cette partie de la flamme, ce qui la rend lumineuse.

D'où provient la forme conique que présentent toutes les flammes? Elle provient de ce que le corps qui brûle est un gaz, ou bien des vapeurs combustibles s'échappant du corps gras qui imprègne la mèche. Le gaz qui, en se dégagant, traverse la zone enflammée, brûle en ce point, tout en continuant à s'élever dans l'air; mais, à mesure qu'il s'élève, la combustion qu'il subit diminue à chaque instant sa masse; cette espèce de cylindre de vapeurs combustibles se réduit de plus en plus, son diamètre diminue sans cesse, jusqu'à ce qu'il devienne nul. De là la forme conique que présentent toutes les flammes.

Si l'on tient une cloche de verre, ou un verre à boire, au-dessus d'une flamme, de la flamme d'une lampe, de celle d'une bougie, du gaz, etc., on s'aperçoit bientôt que les parois intérieures du vase se recouvrent d'eau liquide. Cela tient à ce que les produits résultant de la combustion des matières qui servent à nous éclairer, sont l'acide carbonique et la vapeur d'eau: dans cette expérience, l'acide carbonique, corps gazeux, se répand dans l'air sans laisser de traces; mais la vapeur d'eau, rencontrant un corps froid, s'y condense, et produit à l'intérieur du vase de verre les gouttelettes observées.

Diverses substances communiquent à la flamme une couleur particulière: les sels de strontiane la colorent en rouge, les sels de cuivre en bleu, les sels de baryte en jaune verdâtre, l'acide borique en vert. C'est en mêlant aux pièces d'artifice des sels de strontiane, de cuivre, etc., que l'on produit des feux colorés en rouge, en bleu, etc. L'habileté de l'artificier consiste dans l'emploi judicieux de ces sels pour colorer diversement les flammes.

Une flamme est fumeuse quand les vapeurs combustibles se dégagent sans être entièrement consumées. Cet inconvénient se présente surtout avec la chandelle et les lampes mal construites. La chandelle fume parce que la mèche, transformée en une masse volumineuse de charbon, demeure à l'intérieur de la flamme; ce corps étranger, très-volumineux, interposé dans la

flamme, en abaisse incessamment la température : dès lors les vapeurs du corps gras ne sont pas entièrement brûlées; la fumée qui apparaît résulte de cette combustion incomplète. Les lampes munies d'une cheminée de verre deviennent fumeuses si le courant d'air, provoqué par la cheminée de verre, est trop faible pour l'entière combustion du corps gras.

Nous nous bornerons à ces vues générales sur la flamme au point de vue chimique. Pour être suivies dans leurs applications à tous les cas particuliers de l'éclairage, ces considérations exigeraient des développements que ne peuvent comporter les limites de ce livre.

