

DICTIONNAIRE

GÉNÉRAL

DES SCIENCES

THÉORIQUESE TAPPLIQUÉES

COMPRENANT

POUR LES MATHÉMATIQUES : L'arithmétique, l'algèbre; la géométrie pure et appliquée; le calcul infinitésimal; le calcul des probabilités; la géodésie; l'astronomie, etc.

POUR LA PHYSIQUE ET LA CHIMIE : La chaleur, l'électricité, le magnétisme, le galvanisme et leurs applications; la lumière, les instruments d'optique; la photographie, etc.; la physique terrestre, la météorologie, etc.; la chimie générale; la chimie industrielle; la chimie agricole; la fabrication des produits chimiques, des substances industrielles ou alimentaires, etc.

POUR LA MÉCANIQUE ET LA TECHNOLOGIE : Les machines à vapeur; les moteurs hydrauliques et autres; les machines-outils; la métallurgie; les fabrications diverses; l'art militaire; l'art naval; l'imprimerie, la lithographie, etc.

POUR L'HISTOIRE NATURELLE ET LA MÉDECINE : La zoologie; la botanique; la minéralogie; la géologie; la paléontologie; la géographie animale et végétale; l'hygiène publique et domestique; la médecine; la chirurgie; l'art vétérinaire; la pharmacie; la matière médicale; la médecine légale, etc.

POUR L'AGRICULTURE : L'agriculture proprement dite; l'économie rurale; la sylviculture; l'horticulture; l'arboriculture; la zootechnie; les industries agricoles, etc.

AVEC DES FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

PAR MM.

PRIVAT-DESCHANEL ET AD. FOCILLON

PROFESSEURS DE SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES
au Lycée Impérial de Louis-le-Grand

AVEC LA COLLABORATION D'UNE RÉUNION
DE SAVANTS, D'INGÉNIEURS ET DE PROFESSEURS

I^{re} PARTIE

PARIS

GARNIER FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS

RUE DES SAINTS-PÈRES

VICTOR MASSON ET FILS

Libraires-Éditeurs
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

F^d TANDOU ET C^{ie}

Éditeurs
RUE DES ÉCOLES, 78

1864

Tous droits réservés.



Chauffage

CHAUFFAGE (Physique industrielle). — Le chauffage des appartements dans nos climats tempérés occasionne pour chaque ménage une dépense quelquefois assez lourde, et exerce une influence considérable sur notre bien-être et sur notre santé. Il constitue donc une des questions les plus graves de l'économie domestique, et il a donné lieu à une foule d'appareils plus ou moins ingénieux, destinés à le produire à moins de frais et d'une manière plus régulière. Nous allons passer en revue les principaux systèmes de chauffage actuellement connus. Chacun présente certains avantages qui lui sont particuliers. Le chauffage, en effet, est une question complexe à cause des conditions variables auxquelles il doit satisfaire suivant les lieux et suivant l'état de fortune et les habitudes de chacun de nous.

CHAUFFAGE DIRECT PAR COMBUSTION. — Ce système est connu et pratiqué de toute antiquité. Les sauvages allument le feu au milieu de leur hutte percée en son sommet d'une ouverture par laquelle s'échappe la fumée. Chez les peuples civilisés de l'antiquité, du combustible brûlant sans fumée était placé dans des vases ouverts au milieu de la pièce à chauffer, dans laquelle se déversaient, en même temps que la chaleur, les produits gazeux de la combustion. Ce système, encore pratiqué en Espagne, en Italie, et même dans le midi de la France, où on fait usage de *braseros*, est sans inconvénients graves dans les contrées où il est employé. Chez les sauvages, l'air afflue de tous les points du pourtour de la hutte par les portes mal fermées et par les fissures des murs en terre; il gagne la partie centrale où est le foyer pour s'élever ensuite verticalement et s'échapper par l'ouverture supérieure; chaque habitant est donc enveloppé d'un courant d'air pur suffisant pour le garantir de l'asphyxie. Quant aux *braseros*, ils sont garnis de quelques charbons entièrement allumés et à moitié enfouis dans de la cendre, de manière que la combustion se fait sans production d'*oxyde de carbone* : l'*acide carbonique* se forme seul; or, on sait que l'asphyxie par le charbon se produit surtout par le premier de ces deux gaz. Les lumières qui nous éclairent la nuit versent dans l'air d'énormes quantités d'*acide carbonique* sans nous incommoder d'une manière bien sensible. De plus, les pièces à chauffer sont en général grandes, élevées; leur fermeture est incomplète, et le climat étant peu rigoureux, le chauffage est en général très-léger. Les accidents sont donc à peu près inconnus, à moins que le *brasero* ne soit chargé de charbons noirs. Il est vrai d'ajouter, toutefois, que les personnes qui ne sont pas habituées à ce mode de chauffage très-économique en éprouvent souvent des maux de tête assez intenses. Dans nos climats plus rigoureux, dans nos appartements bien clos, ce système deviendrait extrêmement dangereux. Il est indispensable d'y faire usage d'appareils qui emportent la fumée et les gaz provenant de la combustion.

CHAUFFAGE PAR CHEMINÉES. — La France et l'Angleterre sont presque entièrement chauffées par des foyers ouverts, logés dans l'intérieur de cheminées et chargés d'un combustible qui n'échauffe la salle que par son rayonnement. Ce système est éminemment agréable et hygiénique. La vue du feu récréé; l'air se renouvelle rapidement et conserve une température modérée. Devant une cheminée bien construite, nous pouvons donc

avoir les pieds chauds et le reste du corps à une température moindre, condition nécessaire d'un bon travail d'une bonne santé, et en même temps respirer l'air frais et pur, ce qui est non moins indispensable; mais aussi ce système est de tous le moins économique. La chaleur rayonnante est seule utilisée dans une cheminée ordinaire; or, la chaleur rayonnante n'est, pour le bois, que les 25 p. 100 de la chaleur totale fournie par ce combustible, et pour le coke elle ne dépasse pas 50 p. 100. De plus, le quart seulement de la chaleur rayonnante pénètre dans l'appartement; le reste est absorbé par les parois du foyer et perdu. Il en résulte donc que les cheminées ordinaires n'utilisent, en réalité, que de 6 à 12 p. 100 de la chaleur totale fournie par le combustible brûlé. Un autre inconvénient très-grave vient s'ajouter à cette faiblesse du résultat utile obtenu. Les cheminées les mieux construites absorbent, au minimum, 60 mètres cubes d'air par kilog. de combustible brûlé; il faut rendre cet air à l'appartement, soit par des ventouses, soit par les joints des portes et des fenêtres. Il en résulte qu'il s'établit dans la pièce un courant d'air froid rayonnant de tous les points accessibles de la circonférence vers le foyer, et cet air emporte encore avec lui une proportion très-notable de la petite quantité de chaleur rayonnante utilisée. Les constructeurs habiles sont heureusement parvenus à supprimer une grande partie des défauts reprochés aux cheminées ordinaires, tout en leur conservant leurs avantages, et cela au moyen de dispositions d'un établissement, en général facile et peu dispendieux.

L'objet qu'on doit se proposer dans la construction d'une cheminée est quadruple. Il faut :

1° Disposer le foyer de manière qu'il envoie dans la pièce la plus forte proportion possible de chaleur rayonnante;

2° Réduire le volume de gaz absorbé par la cheminée à la quantité strictement nécessaire au renouvellement de l'air, pour que la respiration se fasse dans de bonnes conditions;

3° Remplacer cet air non plus par de l'air froid, mais par de l'air préalablement chauffé;

4° Utiliser, pour chauffer l'air introduit dans la pièce, la chaleur perdue dans la combustion.

C'est à Rumford que sont dues les premières recherches importantes sur la meilleure forme à donner aux cheminées. Avant lui, elles étaient d'une dimension considérable et dévoraient d'énormes quantités d'air; il les réduisit à des proportions plus raisonnables. Depuis cette époque, des essais de tout genre ont été tentés, et presque toujours on a été obligé de revenir aux principes qu'il avait posés. Des résultats importants sont toutefois sortis de toutes ces tentatives.

La figure 510, nous donnera une idée nette du système généralement adopté d'après Rumford. L'homme les a encore améliorées en y adaptant un cadre en cuivre, à coulisse, dans lequel monte et descend un tablier ou rideau (fig. 511) ayant pour effet, soit de concentrer l'action

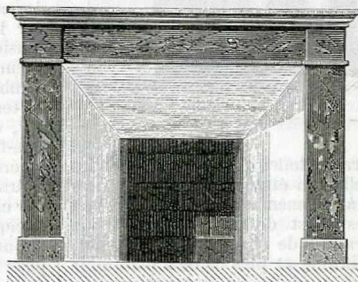


Fig. 510. — Cheminée de Rumford.

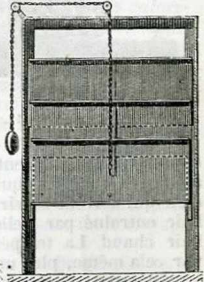


Fig. 511. — Rideau.

de l'air sur le foyer pour allumer ou aviver le feu, soit de fermer complètement la cheminée quand le feu est éteint, et conserver ainsi plus longtemps la chaleur de la pièce. Ces cheminées sont très-bonnes et très-répandues, surtout à Paris, mais elles consomment beaucoup.

Les cheminées à foyer mobile de Bronzac ont pour objet de ramener le feu en avant dès qu'il est bien allumé, et d'augmenter ainsi l'étendue de son champ de rayonnement; mais les galets sur lesquels roule le foyer donnent lieu à des réparations fréquentes, et la cendre qui tombe du foyer et qui doit y être conservée dans une certaine proportion gêne ses mouvements.

La cheminée de Millet a pour but de régler à volonté l'ouverture du passage de la fumée dans le tuyau par où elle s'échappe. L'extrémité inférieure du coffre où est établi le foyer est en fonte et fermée à sa partie supérieure ; mais ce coffre est percé à sa paroi postérieure de deux ouvertures, l'une supérieure, large et d'une petite hauteur, l'autre inférieure et située à une très petite distance au-dessus du combustible. La première est toujours ouverte et ne peut suffire qu'au minimum d'échappement de la fumée pour de petits feux. La seconde peut être fermée à volonté au moyen d'une trappe que l'on manœuvre avec un levier. Ce système présente des avantages réels. Dans les conditions ordinaires de la combustion, l'air qui l'entretient traverse le combustible de bas en haut ; c'est donc à la face inférieure du foyer que la combustion est la plus vive, que le rayonnement est le plus intense ; or, le rayonnement de cette face est à peu près entièrement perdu pour l'appartement. En obligeant l'air à raser la surface supérieure du combustible pour gagner l'ouverture inférieure par laquelle il s'échappe en grande partie, on rend cette surface incandescente elle-même, et on augmente ainsi sa puissance de rayonnement. Aussi la cheminée de Millet réalise-t-elle une économie notable de combustible.

Pour satisfaire à la troisième condition, on a souvent recours dans les habitations aisées à des calorifères pla-

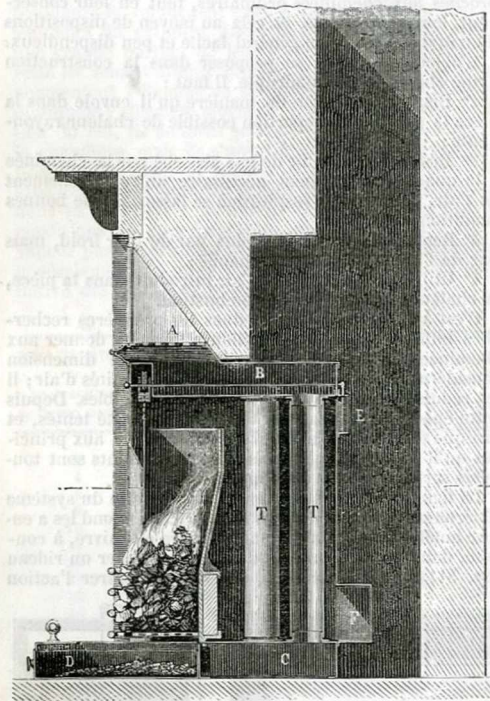


Fig. 512. — Cheminée de Pécelet.

céés dans des pièces centrales, telles que vestibules, salles à manger... dans lesquelles on établit ensuite les prises d'air qui doivent servir à l'alimentation des cheminées ; l'air entraîné par celles-ci est donc remplacé par de l'air chaud. La température de chaque pièce devient, par cela même, plus uniforme et plus facile à maintenir à un degré convenable, et on réalise en même temps une économie notable sur la quantité et la qualité du combustible consommé. Il est toutefois beaucoup plus avantageux, soit sous le rapport de l'économie, soit sous le rapport de la pureté de l'air offert à la respiration, de fournir à chaque pièce de l'air directement puisé au dehors et chauffé par la chaleur perdue du foyer. Il est d'autant plus regrettable que cette amélioration ne se généralise pas davantage, que, surtout dans les maisons nouvellement construites, elle ne donnerait lieu qu'à une dépense de premier établissement tout à fait insignifiante. Imaginons qu'un conduit établi dans l'épaisseur des planchers ou des murs contre lesquels sont adossées les cheminées, aille puiser l'air au dehors et l'amène dans l'un des compartiments disposés de chaque côté

du foyer dans les cheminées ordinaires ; que dans ce compartiment vienne aboutir l'extrémité d'un simple tuyau de poêle disposé horizontalement dans la cheminée, en arrière du tablier supérieur, et s'ouvrant dans l'appartement par le côté de la cheminée. Il est facile de comprendre la nature des effets qui vont se produire. Le tuyau sera traversé par un courant d'air venant du dehors et appelé par le tirage de la cheminée. Ce tuyau, d'un autre côté, sera fortement chauffé par la flamme ou les produits gazeux de la combustion ainsi que par le rayonnement du foyer. Il échauffera donc l'air avant de le verser dans la pièce, et on n'aura plus les vents coulis si désagréables dans une chambre chauffée par une cheminée sans ventouse. Ce système très-rational a reçu divers perfectionnements que l'on trouvera décrits dans les traités spéciaux. Nous donnons ici la figure de la cheminée de Pécelet (fig. 512), l'une des mieux conçues ; c'est une caisse à air froid, placée derrière le foyer, communiquant par des tubes en quinconce T avec la caisse supérieure B à air chaud.

Depuis quelques années, l'emploi de la houille ou du coke comme combustible dans les cheminées prend une assez grande extension en France. Il convient dès lors d'y appliquer le système de construction adopté en Angleterre et en Amérique, où ce mode de chauffage est presque universel. Le combustible est placé dans une grille en forme de coquille entièrement libre et ouverte devant, dessous et sur les côtés. De chaque côté sont deux tablettes en fonte, situées au niveau du sommet de la grille et servant à recevoir les vases à chauffer ; en arrière et un peu au-dessus, est une ouverture de la largeur de la grille sur 0^m,25 au plus de hauteur, formant l'extrémité inférieure de la cheminée de dégagement des gaz. Enfin, une feuille de fonte ou de tôle, peut être, à volonté, appliquée sur la grille, afin de forcer l'air à traverser celle-ci quand on veut allumer le feu ou l'aviver. Si on voulait adapter à cette cheminée le système de ventouses à air chaud indiqué plus haut, il suffirait de faire l'extrémité inférieure du tablier de la cheminée en fonte creuse, et de la faire traverser par l'air affluant du dehors. Dans tous les cas, les ventouses doivent être largement ouvertes de manière à fournir aisément le volume d'air absorbé par la cheminée. Il convient également d'ouvrir ces ventouses d'air chaud, le plus bas possible et non près du plafond, l'air chaud ayant toujours assez de tendance à monter.

Il est rare qu'une cheminée fume à Paris, où l'air est presque toujours assez calme. Il n'en est pas ainsi partout, et il est quelquefois très-difficile de corriger ce défaut. On peut être assuré cependant qu'il provient ou d'un obstacle qui s'oppose à la sortie de la fumée par l'extrémité supérieure du tuyau de la cheminée et la force à refluer par le bas dans la salle, ou bien, au contraire, d'une action par en bas supérieure à la force ascensionnelle de la fumée, et qui, aspirant l'air de la chambre, force la fumée à rebrousser chemin dans la cheminée.

Dans les cheminées d'usine, il ne passe guère par kilog. de combustible brûlé que 8 à 10 mètres cubes d'air porté par la combustion à 200° ou 300°, et dont la force ascensionnelle est par conséquent considérable ; dans nos cheminées d'appartement, pour la même quantité de combustible, il en passe 60 mètres cubes au moins dont la température n'est dès lors guère supérieure à 40 ou 50°, et dont la vitesse ascendante est par conséquent très-faible. On conçoit donc qu'il suffise de circonstances extérieures peu puissantes pour arrêter ou changer le cours naturel de la fumée. La principale cause qui agit par en haut pour faire fumer, est l'action des vents qui quelquefois sont animés d'une grande vitesse horizontale, et que la colonne d'air chaud n'a pas la force de refouler pour s'échapper au dehors ; à plus forte raison, en est-il ainsi quand le vent tombe sur la cheminée avec une vitesse oblique de haut en bas, qu'il doit aux obstacles qu'il rencontre à la surface du sol. Pour écarter ou combattre cette influence, il faut rétrécir le sommet de la cheminée et la terminer par une buse conique, de manière à donner au courant de fumée la plus grande vitesse possible à la sortie ; disposer au-dessus des plaques de tôle qui garantissent de la pression du vent ; ouvrir le tuyau latéralement ; surélever celui-ci pour porter son extrémité au-dessous des remous qui gênent la sortie de la fumée, etc. Il convient également de rétrécir la cheminée par le bas comme par le haut, afin de donner à la fumée à son entrée une vitesse assez grande pour lutter contre la cause déprimante dans le cas où le rétrécissement supérieur n'aurait pas donné un résultat complet.



Il faut éviter également de faire rendre deux cheminées dans le même tuyau ou coffre, à moins que ce coffre ne soit très-large, ainsi qu'on le voit dans les anciennes cheminées. Dans ce cas, si la cheminée supérieure a un coffre particulier s'élevant de quelques mètres avant de déboucher dans le coffre commun, le tirage de l'une des cheminées peut être favorable à l'autre au lieu de lui nuire.

Les causes qui font fumer les cheminées en agissant par le bas sont très-souvent, surtout à Paris, l'insuffisance d'arrivée de l'air dans la salle pour répondre à l'appel de la cheminée, parce que les portes et les fenêtres sont trop bien jointes, et qu'il n'y a pas de ventouse ou que la ventouse est trop petite. Mais le même effet peut être produit par une cheminée voisine qui, placée dans des conditions meilleures, produit un appel plus énergique et fait servir l'autre de ventouse, ou bien encore par les vents régnants qui tendent à faire circuler l'air dans l'appartement en sens opposé à celui que produirait un tirage régulier. Pour remédier à cet état de choses, il faut d'abord en bien connaître la cause. Pour cela, quand le feu est bien allumé, on ferme toutes les portes et fenêtres, et avec une bougie allumée que l'on présente aux joints des fenêtres et des portes, en entre-bâillant même ces dernières pour y présenter la bougie, on reconnaît par la direction que prend la flamme la direction des courants d'air. Si tous les courants viennent du dehors au dedans de la chambre, et qu'en ouvrant légèrement une fenêtre ou une porte la cheminée cesse de fumer, c'est évidemment que l'arrivée d'air est trop petite. Il faut ou agrandir les ventouses, ou en créer s'il n'en existe pas. Dans le cas, au contraire, où le courant sortirait par une des portes, il faudrait le suivre de chambre en chambre jusqu'à l'endroit où il prendrait naissance, et satisfaire à cette aspiration par des ventouses, et en même temps fermer plus hermétiquement, au moyen de bourrelets, les portes par lesquelles le courant se propage jusqu'à la cheminée qui fume.

La fumée est quelquefois versée dans la pièce à chauffer, simplement par des remous qui sont dus à une dimension trop grande du coffre à son extrémité inférieure. Il suffit de le rétrécir en ce point pour corriger ce défaut.

CHAUFFAGE PAR CHEMINÉES POÊLES. — Les cheminées poêles forment un intermédiaire entre les cheminées ordinaires et les poêles. Celle que l'on appelle *cheminée à la prussienne* consiste en un coffre carré en tôle, largement ouvert par devant où il est muni d'une trappe également en tôle, que l'on peut abaisser ou soulever à volonté au moyen d'un treuil sur lequel s'enroulent deux chaînes fixées à l'extrémité inférieure de la trappe. Cette cheminée se place dans l'intérieur de la salle à chauffer, ou bien on l'encastré dans le coffre d'une cheminée ordinaire, en ayant soin de ménager autour de la tôle un espace où vient s'échauffer un courant d'air qui pénètre ensuite dans la salle.

On construit aujourd'hui un grand nombre de cheminées analogues pour la combustion de la houille ou du coke; elles sont toutes en fonte, sont très-durables et chauffent bien, tout en laissant jouir de la vue du feu. Les *cheminées Desarnod* en fonte sont déjà bien anciennes, mais elles sont construites avec des soins et une solidité si remarquables, que, malgré leur complication, beaucoup de ces cheminées fonctionnent après cinquante ans aussi bien que le jour de leur installation. Ce sont encore de bons appareils.

CHAUFFAGE PAR POÊLES. — C'est le plus simple et le plus économique; aussi prend-il une extension de plus en plus grande, surtout dans les petits ménages ou dans les antichambres et les salles à manger des ménages plus aisés; mais ses avantages sont le plus souvent compensés par de graves inconvénients dont le principal est de ne donner lieu qu'à un renouvellement insuffisant de l'air dans la pièce où on en fait usage.

Les *poêles en fonte*, les plus généralement employés dans les petits ménages, sont en même temps disposés pour cuire les aliments, et, sous ce rapport, ils rendent d'immenses services à la classe nécessiteuse. On peut leur donner sans difficulté et à très-peu de frais les formes les plus commodes pour le but qu'ils doivent atteindre, et ils se fabriquent aujourd'hui par milliers et à très-bas prix dans nos forges. Ces poêles chauffent rapidement et avec une grande énergie et permettent d'utiliser presque toute la chaleur dégagée du combustible; mais ils se refroidissent aussi très-vite, et il est malheureusement difficile d'obtenir avec eux une chaleur douce et uniforme sans arrêter presque complètement le renouvellement de

l'air, ils répandent d'ailleurs une odeur désagréable. Les conditions hygiéniques sont toujours mal observées avec eux, et il est nécessaire, pour l'entretien de la santé, d'en combattre les fâcheux effets par des précautions libérales. La grande chaleur qu'ils produisent accroit aussi dans une forte proportion la capacité de l'air pour l'eau; l'air et sa faculté de se charger de vapeur, ce que l'on exprime vulgairement en disant qu'il se dessèche l'air. L'évaporation trop rapide à la surface du corps et dans les organes de la respiration devient alors très-fatigante; mais on peut la combattre aisément en plaçant sur le poêle un vase contenant de l'eau qui rend à l'air un degré d'humidité convenable.

Les *poêles en terre cuite*, vernissés ou non, s'échauffent plus lentement, mais ils se refroidissent aussi moins vite et donnent une chaleur plus douce et plus uniforme. Ils sont exempts de mauvaise odeur; malheureusement ils se fendillent et se détruisent rapidement, et on ne peut guère y brûler que du bois, la houille et le coke donnant une chaleur trop vive qui augmenterait encore la rapidité de leur destruction. Dans ce cas, il faut garnir le foyer de briques réfractaires, et modérer l'intensité du feu.

Depuis longtemps on a cherché à diminuer les inconvénients des poêles en les garnissant de bouches de chaleur qui versent de l'air chaud dans la pièce et en renouvellent l'atmosphère d'une manière plus complète; mais, pour atteindre ce résultat, il est nécessaire que la prise d'air ait lieu au dehors, et aussi que les ventouses aient une section suffisante. Les poêles en terre cuite des salles à manger, dont le foyer est entouré de tuyaux de fonte pour le passage de l'air qui s'y échauffe pèchent en général par l'insuffisance de leurs ventouses. M. Darcet a démontré que, pour une salle à manger ordinaire, la section de l'ouverture intérieure et extérieure devait être au moins de 0^m,20 à 0^m,25. Il convient aussi de disposer derrière le grillage de la ventouse une boîte à eau que l'on alimente régulièrement tous les jours.

Les maisons russes et suédoises sont chauffées par de très-grands poêles construits entièrement en briques et occupant tout un pan de mur. La fumée et les produits de la combustion y circulent dans des conduits ménagés dans leur épaisseur en y faisant un grand nombre de circuits. Un feu de bois y est allumé chaque matin pendant quelques heures et est renouvelé le soir dans les très-grands froids, puis, quand le bois est transformé en braise, on ferme toutes les issues du poêle. Celui-ci s'échauffe lentement, et comme sa chaleur ne peut l'abandonner qu'en traversant ses parois, il se refroidit aussi avec une extrême lenteur. On obtient ainsi dans les appartements une température uniforme de 14° à 15°, mais à la condition que l'appartement soit hermétiquement clos et que l'air ne puisse s'y renouveler; de fréquentes promenades à l'air libre obvient aux inconvénients de cette vie en serre chaude.

Poêles calorifères. — On rencontre actuellement dans le commerce un grand nombre de poêles appelés *calorifères*, construits en terre et métal, ou en métal seulement, et auxquels on donne les formes les plus élégantes. Ces formes sont trop variables pour que nous songions à les décrire. Nous nous bornerons à en indiquer un petit nombre des plus répandus. Voici les conditions les plus générales auxquelles on doit chercher à satisfaire dans leur construction.

1° Présenter la plus grande surface de chauffe possible en conservant la plus grande simplicité de forme et d'ajustement et en donnant aux conduits de fumée une forme qui ne gêne pas le tirage et permette un nettoyage facile;

2° Faire passer sur cette surface de chauffe, en sens contraire du mouvement de la fumée qui doit d'abord monter, puis redescendre verticalement avant de se rendre dans la cheminée, un rapide courant d'air frais, puisé au dehors et pénétrant dans la salle après s'être échauffé par son contact sur la surface de chauffe;

3° Conserver aux conduits de ce courant d'air une section au moins égale à celle du dégagement de la fumée;

4° Donner un degré suffisant d'humidité à l'air chaud, soit en plaçant sur le poêle un vase plein d'eau, soit en disposant un réservoir d'eau sur le trajet du courant d'air chaud et alimenté chaque jour à raison de 1 litre environ pour une salle de 60 à 80 mètres cubes;

5° Compter en pratique environ 1 mètre carré de surface de chauffe par 100 mètres cubes de capacité de la chambre à chauffer.

Le poêle calorifère de M. Chevalier est un des meil-

leurs calorifères que l'on construit aujourd'hui. Il se compose d'un foyer métallique central dont la fumée traverse une série de carneaux concentriques avant de s'échapper par le tuyau de fumée, tandis que de l'air circule abondamment entre les carneaux, et après s'être échauffé par son contact avec eux, s'échappe par de larges ouvertures grillagées disposées sur le pourtour de la caisse cylindrique qui enveloppe tout l'appareil.

Le calorifère de M. René Duvoir, dont notre gravure 513 représente une coupe, est plus simple et donne aussi de bons résultats. Il est formé d'un foyer central C, d'une grille et de quatre plaques de fonte qu'on peut facilement remplacer quand elles sont usées. Les produits de la combustion s'élèvent jusqu'en D, d'où il se divisent par six tuyaux, HG et EF, qui les conduisent en A et de là dans une cheminée.

M. Pécelet a proposé avec raison de construire des poêles dont le foyer serait placé au milieu d'une masse d'eau

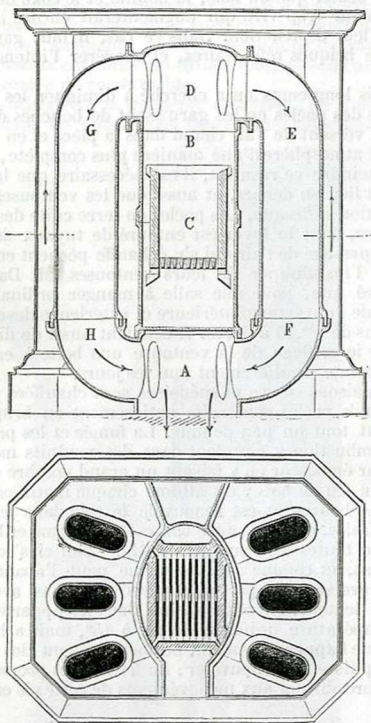


Fig. 513. — Calorifère de M. René Duvoir.

traversée en outre par des carneaux de circulation pour la fumée et l'air fourni par la ventouse. En combinant ce système avec une combustion lente, on obtiendrait ainsi une chaleur très-douce pouvant aisément se conserver pendant vingt-quatre heures à cause de la grande capacité calorifique de l'eau. Le danger de ce système serait dans les fuites d'eau qui pourraient survenir et qui, une fois produites, deviendraient difficiles à arrêter.

CHAUFFAGE PAR CALORIFÈRES. — Les calorifères diffèrent des poêles en ce que, construits sur une assez grande échelle, ils sont toujours établis en dehors de la pièce à chauffer, tandis que les poêles sont placés dans cette pièce même. Le transport de la chaleur du foyer à la pièce peut avoir lieu, soit au moyen d'air chaud, soit au moyen d'eau chaude, soit enfin au moyen de vapeur d'eau, ce qui constitue trois classes bien distinctes de calorifères. Quelques règles cependant leur sont communes et nous allons les énoncer d'abord.

L'éloignement du calorifère des pièces à chauffer exige que l'on enveloppe l'appareil dans une construction en maçonnerie suffisamment épaisse et mauvais conducteur pour qu'elle ne laisse perdre que le moins possible de chaleur au travers de ses parois. On y emploie ordinairement la brique. Au contraire, l'appareil intérieur est en métal pour ménager la place, multiplier les surfaces de chauffé et faciliter les assemblages. Cette condition devient même indispensable dans le chauffage à l'eau ou à la vapeur. Il est également très-important, soit pour di-

minuer les frais de premier établissement, soit surtout en vue des réparations possibles, que l'appareil soit simple, facile à exécuter, à démonter et à reposer, facile aussi à visiter et à nettoyer.

Calorifère à air chaud. — Ces appareils sont généralement formés d'un foyer logé dans une sorte de cloche renversée et doublée intérieurement vers le bas d'une chemise en briques réfractaires destinées à recevoir la plus forte impression du feu et à ménager la cloche. Celle-ci est percée supérieurement de deux larges ouvertures pour l'issue des produits de la combustion. Ces deux ouvertures correspondent chacune avec l'extrémité supérieure d'un conduit en fonte composé d'un certain nombre de tuyaux horizontaux et parallèles et communiquant successivement l'un avec l'autre par des tubulures verticales. L'extrémité inférieure de ce conduit se réunit à celle du conduit voisin pour se rendre dans la cheminée destinée à l'expulsion de la fumée. La cloche et les deux rangées de tuyaux sont enveloppées chacune d'une chemise en briques laissant entre elle et la fonte un intervalle suffisant pour une large circulation d'air. Il convient de donner à cette cloche des dimensions assez grandes pour qu'elle ne rouille que faiblement; on évite ainsi de communiquer une mauvaise odeur à l'air chaud. Un premier courant d'air s'établit verticalement autour de la cloche; deux autres courants semblables se produisent autour des deux rangées de tuyaux allant des tuyaux inférieurs les moins chauds aux tuyaux supérieurs qui le sont plus; la fumée, par cette disposition, se dépouille plus complètement de sa chaleur. Ces trois masses d'air inégalement chaudes se réunissent et se mélangent dans une chambre à air d'où partent les tuyaux de distribution. Il est important que la circulation de l'air soit assez active pour que la température de cet air ne s'élève pas trop haut; on assure ainsi la salubrité des pièces desservies, on opère plus complètement le refroidissement de la fumée et on économise le combustible. Il est également important d'introduire dans la chambre à air chaud une quantité d'eau suffisante pour donner à l'air chaud un degré d'humidité convenable.

Les calorifères doivent être construits à un niveau inférieur à celui des pièces à chauffer, afin que l'air chaud tende à monter naturellement dans celles-ci; dans le cas contraire, il faudrait donner lieu à des appels toujours incertains et incommodes. L'installation des tuyaux de distribution de l'air est une question extrêmement importante et difficile, surtout quand il faut chauffer des étages différents, l'air chaud tendant toujours par sa légèreté à monter aux étages supérieurs au détriment des étages inférieurs qui restent froids; on n'a quelquefois d'autre ressource que de partager le calorifère en compartiments distincts pour chaque étage. Les tuyaux de conduite d'air doivent être entourés avec soin de corps mauvais conducteurs pour éviter qu'ils ne se refroidissent; ils ne doivent jamais avoir horizontalement une grande longueur, parce que l'air y circulerait avec peine; les bouches de chaleur doivent être larges, et enfin chaque pièce à chauffer doit présenter des ouvertures assez grandes pour l'écoulement de l'air froid à mesure que de l'air chaud est versé par la bouche de chaleur.

Calorifère à vapeur d'eau. — La vapeur d'eau bouillante est employée depuis très-longtemps au chauffage des ateliers et manufactures, et c'est là qu'on a puisé l'idée de la faire servir au chauffage des édifices publics et des maisons particulières. La quantité de chaleur que la vapeur d'eau bouillante emporte avec elle et qu'elle abandonne en se condensant est considérable; 1 kil. de vapeur à 100° perd en effet 620 calories en retournant à l'état d'eau à 16°. On comprend dès lors tout l'avantage que l'on peut retirer de la substitution de la vapeur à l'air chaud dont la puissance calorifique est au contraire si faible. Cette substitution présente encore des avantages d'une autre nature. La force ascensionnelle de l'air chaud dans les tuyaux de distribution est toujours très-faible, et il suffit du plus léger obstacle pour la détruire. Il en résulte des difficultés très-graves quand on veut chauffer en même temps un certain nombre de pièces placées à la suite les unes des autres et surtout à des niveaux différents. La vapeur, au contraire, est poussée par derrière par l'effet même de sa production dans la chaudière et se trouve ainsi obligée de suivre toutes les issues qui lui sont ouvertes et que l'on peut régler à volonté; ses tuyaux de conduite sont également moins volumineux et d'une installation plus facile au travers des murs et des planchers; toutefois l'installation d'un appareil de chauffage à la vapeur est toujours assez dispendieux pour qu'en

n'y ait guère recours que dans des établissements d'une certaine étendue, des édifices publics ou des administrations importantes. Nous en dirons cependant quelques mots.

Un appareil de ce genre se compose essentiellement d'un *générateur* destiné à produire la vapeur, de tuyaux de distribution et de transport, enfin de récipients à grandes surfaces extérieures destinés à condenser la vapeur et à transmettre à l'air au travers de leur enveloppe la chaleur provenant de cette condensation.

Les *générateurs* ne présentent rien de particulier dans leur disposition (voyez CHAUDIÈRES A VAPEUR). Les *tuyaux de distribution* doivent être en métal, le meilleur est le cuivre, et assemblés avec beaucoup de soin pour éviter les fuites. Ce sont ces deux parties de l'appareil qui occasionnent la plus forte dépense d'installation à cause des précautions qu'elle exige et de la perfection avec laquelle ces parties doivent être exécutées.

Les *récipients* ou appareils de condensation reçoivent des formes très-variables selon les localités où ils sont établis. Ce sont de simples tuyaux dans les ateliers et même les édifices publics, quand ces tuyaux peuvent être facilement cachés à la vue sous des tables, des planchers ou des chauffe-ettes, ainsi que l'a fait M. Grouvelle à la bibliothèque de l'Institut; mais au milieu des salles habitées et décorées, ces récipients doivent faire eux-mêmes décoration; on leur donnera la forme de piédestaux, de consoles... ainsi que l'a fait le même ingénieur pour les salles de l'Institut et des Néothermes. La forme intérieure de ces appareils est d'ailleurs très-simple: ce sont des vases métalliques creux dans lesquels vient déboucher un tuyau de vapeur; un second tuyau sert pour la sortie de l'air chassé par l'arrivée de la vapeur; un troisième ramène au générateur l'eau provenant de la condensation.

Colorifère à eau chaude. — Le chauffage à la vapeur est énergique et prompt; mais il porte immédiatement la température au maximum, et dès que l'afflux de vapeur cesse, la température tombe. Le chauffage par circulation d'eau chaude est remarquable, au contraire, par la

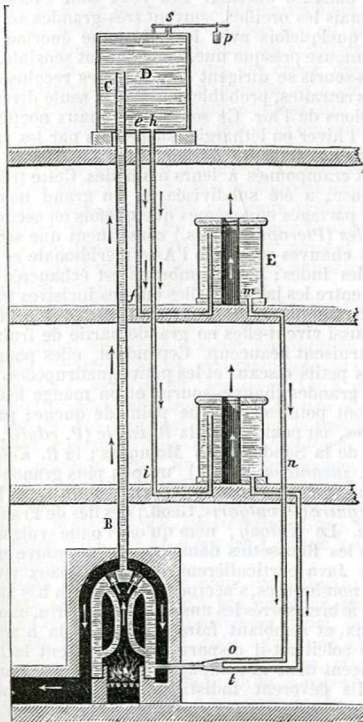


Fig. 514. — Calorifère à eau chaude.

régularité et la durée de ses effets, l'extrême facilité avec laquelle on peut modérer la chaleur et en régler l'intensité suivant les besoins du moment, par la seule conduite du feu. Ce système n'exige ni alimentation, ni nettoyage, ni surveillance; le feu peut être négligé pendant plusieurs heures sans produire un abaissement de température notable. De tous les systèmes, c'est donc celui

qui convient le mieux au chauffage des appartements. Ce procédé, du reste, était mis en usage par les Romains dans leurs étuves et leurs thermes; de nos jours encore les eaux thermales de Chaudes-Aigues sous le régime de chauffage des habitations sous lesquelles elles circulent dans des conduits; mais ce que l'on appelle *circulation d'eau*, la disposition de l'appareil qui sert à conduire l'eau chaude sur les points que l'on veut chauffer et à ramener l'eau refroidie à son point de départ pour lui rendre la chaleur perdue, est de l'invention de Bonnemain, qui l'employa dès 1777 à l'incubation artificielle des œufs de poule. Ce procédé fut porté à un tel degré de perfection qu'un appareil monté par Bonnemain lui-même fonctionne encore au Pecq (voyez INCUBATION). De France il passa en Angleterre, où il reçut, de 1830 à 1836, un immense développement pour le chauffage des appartements, et Perkins lui ouvrit encore une nouvelle voie, en imaginant, en 1837, la circulation d'eau à haute pression. Ce procédé revint alors en France, où M. Léon Duvoir lui donna une très-grande impulsion. Notre gravure 514 donnera une idée suffisante de l'ensemble des appareils employés généralement par cet ingénieur. Ils se composent d'une chaudière en fonte ou en tôle à foyer intérieur et enfermée dans une construction en briques pour la préserver du refroidissement. De cette chaudière, en son sommet, part un tuyau BC qui s'élève directement jusqu'au plus haut point où on veuille porter la chaleur. Il y débouche dans un vase d'expansion D ou de niveau d'eau librement ouvert à l'air ou simplement fermé par un couvercle à volonté quand le chauffage doit être fait à la pression ordinaire, ou bien exactement clos quand on veut forcer la température et la faire monter au-dessus de 100°, ce qui n'a lieu que dans les grands appareils de chauffage et exige l'addition d'un manomètre et d'une soupape de sûreté *sp. Du* vase d'expansion partent autant de tuyaux *ef, hi*, qu'il y a de pièces à chauffer par étage. Chacun d'eux vient déboucher à l'extrémité supérieure d'un poêle d'eau E ordinairement en fonte. Un tuyau de retour *mn* part de l'extrémité inférieure de ce poêle pour descendre à l'étage inférieur ou aboutir à la chaudière, à l'extrémité inférieure de celle-ci. Tout l'appareil est exactement rempli d'eau, sauf l'espace nécessaire dans le vase d'expansion pour la dilatation de l'eau par la chaleur. Quand on allume le feu sous la chaudière, l'eau qu'elle contient s'échauffe, se dilate, devient moins dense et tend à monter; elle s'élève en effet par le tuyau direct BC, tandis que l'eau descend par les tuyaux de retour pour prendre la place de celle qui s'élève. Une circulation d'eau assez active ne tarde pas à s'effectuer dans tout l'appareil qui, au bout de quelque temps, se trouve à peu près également chaud en tous ses points, les poêles d'eau et les tuyaux de retour étant cependant toujours de quelques degrés au-dessous du tuyau direct, que l'on préserve avec soin du refroidissement. Les poêles d'eau placés chacun dans une pièce à chauffer y versent une chaleur douce et bien soutenue. Ils peuvent ainsi en échauffer directement l'air, ou bien être traversés par des ventouses qui servent à renouveler l'atmosphère respirable.

Dans le système imaginé par Perkins, l'appareil de circulation est formé par un long tube de fer replié sur lui-même en spirales remplaçant, d'une part, les poêles d'eau, et, d'autre part, la chaudière où l'eau reçoit l'action du feu. Cette disposition donne plus de puissance aux appareils de Perkins; mais, comme l'eau y acquiert des températures pouvant s'élever jusqu'à 200°, et qu'à cette température la pression de l'eau est énorme, on y est toujours exposé à des dangers d'explosion qui sont nuls quand on opère à la pression ordinaire.

CHAUFFAGE A CIRCULATION COMBINÉE DE VAPEUR ET D'EAU CHAUDE. — M. Ph. Grouvelle a fait la plus heureuse association des deux derniers procédés de chauffage à la *nouvelle Force de Paris*, dite prison *Mazas*. 1 220 cellules divisées en six corps de bâtiments, les corridors où elles s'ouvrent, les parloirs, les services généraux, les bâtiments de l'administration, en un mot un cube de 50 000 mètres divisés en un nombre considérable de compartiments différents, sont chauffés et ventilés par un seul foyer et un seul homme pour la conduite du feu. Chacun des dix-huit étages de 68 cellules a un vase chauffeur d'où part une circulation en tuyaux de fonte indépendante des autres, complètement close, et dont le tuyau supérieur se bifurque pour courir devant chaque rang de cellules de l'étage.

Chaque cellule a un appareil qui lui appartient, indépendant de tous les autres et pris cependant sur l'appareil commun de l'étage. Cet appareil est composé de

CHA

2^m,33 de tuyau d'aller et de 2^m,33 de tuyau de retour, qui, avec 0^m,081 de diamètre donnent 1^m,20 de surface de chauffe par cellule. Ces tuyaux sont renfermés dans un coffre en plâtre adossé aux cloisons des cellules. De l'air déjà chaud, pris dans les corridors, les parcourt dans toute leur longueur, pénètre ensuite dans la cellule par des ouvertures grillagées et y opère une ventilation suffisante tout en y maintenant une température uniforme de 13 à 15°.

Chaque vase chauffeur est chauffé par de la vapeur d'eau qui y est amenée par un tuyau gagnant successivement tous les étages et qui communique avec un serpentín logé dans le vase chauffeur. Un second tube sert à évacuer l'eau provenant de la condensation de la vapeur et à la ramener dans le générateur. Ce générateur, formé de plusieurs chaudières accouplées et fonctionnant comme une chaudière unique, est disposé dans des caveaux situés au centre de l'édifice. La dépense de houille est évaluée à 2 000 kil. par jour moyen de chauffage, avec une ventilation de 25 mètres cubes par cellule et par heure, et l'ouverture facultative des fenêtres pour chaque détenu ; ce qui donne environ 4 kil. par jour pour 100 mètres cubes de pièces chauffées et ventilées. C'est de tous les résultats le plus économiquement obtenu jusqu'à ce jour.