

ÉTUDES

SUR

# L'EXPOSITION UNIVERSELLE

DE 1867

A PARIS

ÉTUDE GÉNÉRALE DU PALAIS, AU POINT DE VUE  
DE LA DISPOSITION ET DE LA STRUCTURE. — MATIÈRES PREMIÈRES. — INDUSTRIES QUI DÉPENDENT DU BATIMENT.  
PEINTURE. — GÉNIE CIVIL. — MOBILIER ET ORFÈVREURIE. — ARCHITECTURE.  
ENSEIGNEMENT. — BIBLIOGRAPHIE.



PARIS

V<sup>ME</sup> A. MOREL ET C<sup>IE</sup>, ÉDITEURS, RUE BONAPARTE, 13

EN FACE DE L'ÉCOLE DES BEAUX-ARTS

existent en certains points, et plus d'un fait demanderait des explications plus complètes. Nous nous réservons de reprendre plus tard ces points dans des articles spéciaux qui nous permettront de présenter l'ensemble des connaissances actuellement acquises sur l'importante question de la peinture considérée au point de vue pratique.

BORROMÉE.

## CHAUFFAGE.

### AVANT-PROPOS.

L'examen des appareils de chauffage à l'Exposition se faisait dans les mêmes conditions que celui des autres produits, c'est-à-dire sans donner lieu à la comparaison immédiate, mais seulement à des observations successives, et cela après de longues recherches sur la situation d'une classe cependant bien définie dans son appellation *d'appareils et procédés de chauffage et d'éclairage*.

De là quelque difficulté à se former sur place une opinion sur l'état d'avancement de la question chez les diverses nations, à moins de posséder tout d'abord quelques notions générales primordiales, permettant de mettre à leur place, avec leur valeur d'appréciation, les diverses observations basées sur ces notions. Ajoutons que la possession de ces notions ne dispensait pas de nouvelles réflexions, rendues d'ailleurs d'autant plus nécessaires qu'il fallait faire une longue promenade à travers un classement bon en principe, mais défectueux dans sa réalisation.

C'est afin de mettre le lecteur à même d'apprécier par leurs côtés intéressants les spécimens que nous avons pu rassembler et qu'à notre tour nous allons *exposer* ici, que nous allons rappeler ces quelques notions qui ont servi de base : d'abord à nos observations premières sur les appareils, ensuite au choix fait parmi ceux de ces appareils qui nous ont paru mériter quelque attention.

Nous supposons (et nous devons le supposer) que le lecteur intéressé par le fait de l'application possède (puisqu'il doit les posséder) ces données principales sur la question; aussi nous ne les donnons que comme une sorte d'argument général auquel nous rattachons la succession des descriptions que nous ferons, ce qui nous permettra d'éviter des répétitions fastidieuses et d'insister sur le côté caractéristique des solutions.

Nous présenterons ces descriptions dans un ordre méthodique fourni par cet examen préalable des données de la question, et sans nous préoccuper tout d'abord des nationalités, autrement que par énonciation, et seulement pour conserver des jalons qui après examen nous serviront à établir le bilan de chacune de ces nationalités.

\* C'est, nous croyons, dans cet ordre d'idées qu'on devrait exposer, rapprocher les produits immédiatement comparables,

en ne se préoccupant que d'eux-mêmes et des conditions de la production, pour en déterminer la valeur et en reporter le mérite aux producteurs. Cela n'empêcherait pas de déterminer ensuite la part honorable de chaque nationalité dans l'ensemble.

Disons aussi que presque tous les moyens de chauffage usités, depuis les plus primitifs jusqu'aux plus perfectionnés, étaient généralement représentés à l'Exposition, soit à cause de l'état d'avancement plus ou moins grand des populations exposantes, soit à cause de l'utilisation spéciale que peuvent avoir, en des cas déterminés, chacun des spécimens, quelque imparfaits qu'ils paraissent à certains égards : c'est ce qui nous a amené à en présenter une sorte de succession progressive; aussi bien cette marche permettra mieux d'apprécier la et la valeur relative et la valeur absolue de chacun d'eux.

Lorsqu'il ne nous a pas été possible d'avoir des documents complets et originaux sur des appareils qui présentaient quelque intérêt, nous avons cherché, autant que possible, pour y suppléer, à en faire ressortir par des croquis ou des explications le côté caractéristique.

### CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Nous considérerons tout d'abord la question du chauffage indépendamment des autres ordres d'idées qui s'y rattachent ordinairement, et principalement des conditions hygiéniques, telles que celle à laquelle répond la ventilation.

Afin de mieux aborder la question, il est nécessaire de diviser l'examen.

Tout d'abord, que se propose-t-on? Élever la température de corps connus par des actions déterminées, ce qui entraîne matériellement à la réalisation de dispositions propres à assurer ce résultat. Nous rappellerons donc rapidement à quels points de vue on doit considérer :

- 1° Les corps à échauffer;
- 2° Les sources de production de chaleur.

1° *Corps à échauffer.* — Les corps dont on veut élever la température sont dits *bons* ou *mauvais conducteurs*, selon qu'ils absorbent plus ou moins facilement la chaleur; ils peuvent être d'ailleurs solides, liquides ou gazeux. Les corps solides sont généralement meilleurs conducteurs que les liquides et surtout que les gaz; mais, d'autre part, les métaux ont plus de conductibilité, de sorte que, lorsque quelqu'un d'entre eux est à l'état fluide, il se trouve que ces fluides sont meilleurs conducteurs que certains solides.

Mais il ne suffit pas, pour échauffer un corps, de considérer sa plus ou moins grande conductibilité; il faut encore tenir compte de sa nature, qu'on veuille ou non la transformer, et que ce corps soit ou ne soit pas combustible. La connaissance de ces diverses conditions de la matière est indispensable dans l'étude des moyens de réalisation à employer pour échauffer un corps quelconque. Parmi les moyens les plus

convenables seront ceux qui faciliteront l'absorption de la chaleur produite, et ils se résument dans la multiplicité et la durée relative des contacts entre les molécules échauffantes et celles à échauffer. L'absorption sera d'autant plus grande que la différence entre les températures de ces molécules sera plus sensible.

2° *Sources de production de chaleur.* — Les sources de production de la chaleur (laquelle est un phénomène de l'ordre physique) sont chimiques, ou mécaniques. Ainsi, quand un corps se combine avec un autre, il y a dégagement de chaleur pendant le phénomène de la combinaison; et quand on fait rouler, frotter ou tomber un corps sur un autre, il y a aussi dégagement de chaleur.

Il y a lieu de distinguer dans la production de la chaleur, celle qui, rayonnante et se transmettant à distance, constitue un foyer lumineux, de celle qui, n'étant pas rayonnante, se transmet seulement par contact. Il faut pratiquement, à l'égard des sources de chaleur, réaliser leur production économique au maximum; c'est là encore une des bases d'étude de la réalisation.

Il résulte de ce qui précède et de ce que l'on a des sources de chaleur et des corps à échauffer, qu'il y a lieu de se préoccuper des moyens de transmission de la chaleur.

La chaleur se transmet d'un corps à un autre soit par action directe, soit par action indirecte et alors par un moyen servant d'intermédiaire.

À l'égard de la chaleur rayonnante, les rayons calorifiques peuvent agir immédiatement sur le corps à échauffer, ou bien être reçus par celui-ci après réflexion sur une surface ou après réfraction à travers un corps transparent, qui dirige ces rayons soit en les rassemblant, soit en les dispersant.

À l'égard de la chaleur directe, le corps à échauffer peut être mis en contact immédiat avec la source primordiale de chaleur, ou bien on peut interposer entre celui-ci et celle-là des corps qui servent de véhicule au calorique.

Abordant maintenant l'examen qui doit nous occuper et qui doit principalement porter sur le chauffage des lieux habités (ne pouvant dire ici que peu de choses sur la question des appareils plus spéciaux de chauffage de l'eau et de cuisson des aliments), nous savons, d'une part, que finalement le corps à échauffer est l'air, et, d'autre part, que la source de chaleur résulte de la combinaison, autrement dit de la combustion, avec l'oxygène de l'atmosphère, du carbone et de l'hydrogène contenus dans les combustibles.

L'air atmosphérique, on le sait, est un fluide gazeux, léger, incombustible, mais comburant à la faveur de l'oxygène qu'il contient, et qui, en s'échauffant, se dilate à la pression ordinaire et devient plus léger. Il y a donc lieu de tenir compte des mouvements produits par ce changement de densité.

Ce fluide étant mauvais conducteur de la chaleur, il faudra par suite chercher à multiplier les contacts avec les corps échauffants.

L'air est en outre l'élément capital de la respiration, il faut donc le chauffer dans les conditions imposées par l'hygiène, à savoir : l'élévation convenable de température, le degré nécessaire de saturation par la vapeur d'eau, et la nécessité de conserver cet air pur du mélange des gaz résultant soit de la combustion, soit de la décomposition de corpuscules organiques.

Les combustibles employés consistent principalement en carbone ou en hydrogène mélangés à une quantité plus ou moins grande de matières inertes. Ils sont solides, liquides ou gazeux. Parmi les solides sont les bois (le charbon de bois) les charbons de terre (anthracites, houilles, lignites), les tourbes. Parmi les liquides sont les huiles, et notamment le pétrole dont on tente l'application. Parmi les gaz sont l'hydrogène même, et notamment l'hydrogène carboné, dont l'emploi pour le chauffage tend à se répandre. Les combustibles liquides et gazeux sont à flamme, et les solides ne le sont que lorsqu'ils contiennent des éléments fluides qui sont favorables au développement rapide de la combustion, laquelle est plus lente pour les combustibles denses et ne renfermant que des éléments solides.

L'élément de la combustion étant l'oxygène dont l'emploi économique résulte de l'admission de l'air sur le combustible, les dispositions des appareils devront être telles, que l'air soit suffisant pour assurer la combustion complète qui a lieu quand le carbone est changé en acide carbonique et l'hydrogène en vapeur d'eau. Autrement, s'il y avait insuffisamment d'air, il y aurait production d'oxyde de carbone, lequel est combustible, mais pourrait être entraîné sans brûler à temps pour son utilisation; il peut être alors une cause anti-hygiénique et même morbide par sa présence dans l'air, puisqu'il est asphyxiant. Enfin, s'il y avait excès d'air, il y aurait refroidissement du combustible et quelquefois aussi entraînement des éléments mêmes de celui-ci.

On a observé que la combustion était moins complète quand les gaz qui en résultent tout d'abord s'élèvent verticalement, parce qu'alors les veines fluides combustibles et comburantes ne se mélangent pas; aussi faut-il chercher à coucher et à renverser le courant de ces gaz presque aussitôt après leur production, afin d'en opérer le mélange.

Quant à la transmission de la chaleur du combustible à l'air à échauffer, elle a lieu comme nous allons le voir, soit directement, au moyen de foyers ouverts, tels que les cheminées, soit indirectement, par l'intermédiaire de corps solides, liquides ou gazeux, qui servent de véhicule à la chaleur produite dans le foyer. Les corps solides qui, dans ce cas, servent à la transmission sont la terre cuite et le métal, fonte ou fer, sur lesquels les gaz de la combustion se refroidissent, tandis que l'air s'échauffe; il en est ainsi dans les poêles ou calorifères à air chaud. Le liquide employé exclusivement est l'eau renfermée dans des récipients ou conduits, tels qu'en présentent les calorifères à eau chaude. Les corps gazeux sont généralement les gaz mêmes de la combustion ou

bien la vapeur d'eau circulant dans des tuyaux, ainsi que cela a lieu dans les calorifères à vapeur.

Nous allons examiner maintenant les divers appareils en suivant cette classification, ainsi que les solutions mixtes que présente la pratique.

#### FOYERS DIVERS.

L'action, sur l'air ambiant à échauffer, du calorique rayonnant, émanant du combustible, ne peut avoir lieu qu'au moyen de foyers ouverts, lesquels peuvent être généralement classés sous les trois dénominations suivantes : le *brasier*, le *brasero* et la *cheminée*.

*Brasier*. — Le moyen de chauffage le plus simple est évidemment de disposer convenablement, afin d'y faciliter l'introduction de l'air nécessaire à la combustion, la masse du combustible, sur une aire préparée ou non : on y met le feu, il s'embrase et flambe ; on a ainsi le brasier, soit de bois, soit de charbons de terre à flamme.

Les combustibles qui n'émettent pas de gaz ou de vapeurs inflammables (lesquels sont le véhicule d'une combustion rapide, d'où résulte un plus grand développement immédiat de chaleur) ne seraient pas propres à constituer ainsi à l'air libre le brasier, surtout en petite masse. En effet, sous l'affluence exagérée de l'air, en excès relativement à ce que nécessite une combustion lente, et, par suite de l'absence de ces gaz et vapeurs inflammables qui pourraient la propager, il y a refroidissement du combustible, puis extinction. Cependant, avec de grandes quantités, la combustion se développe, mais seulement à l'intérieur de la masse ; l'enveloppe extérieure ne brûle pas, étant refroidie par le contact de l'air, qui, ainsi échauffé et tamisé, est admis dans des conditions favorables à la combustion, mais se développant sans le rayonnement recherché par la confection du brasier.

Les populations qui ont conservé les mœurs primitives, surtout les nomades, emploient encore ce mode de chauffage ; l'absence de tout appareil spécial destiné à la combustion, parmi les autres produits exposés par ces populations, est une présomption de l'emploi de ce moyen simple.

Ce procédé est usité : soit dans les espaces non clos, plus communément dans les pays chauds et alors transitoirement ; soit dans les lieux habités, plus généralement dans les pays froids, et là d'une façon presque permanente. Il est employé à l'air libre pour combattre principalement la fraîcheur des nuits sous les climats ardents ; c'est ainsi qu'en usent les tribus ou nomades ou pastorales de certains pays et les caravanes. Dans ce dernier cas, le brasier a encore l'avantage d'être une garantie contre les attaques des bêtes fauves qu'effraie et éloigne l'aspect d'un brasier flambant.

Le brasier n'est pas économique, car s'il agit par sa chaleur rayonnante (la plus petite partie de celle du combustible, avons-nous dit), sur l'air ambiant inférieur avoisinant, comme la chaleur des gaz chauds qui s'élèvent dans l'air est

complètement perdue, il en résulte que presque bien souvent en emporte le vent.

Quand le brasier est employé dans un espace clos (comme on le fait, par exemple, dans quelques pays froids, en Laponie et dans certaines parties de la Suède et de la Norvège, en le plaçant au milieu de la hutte ou de la cabane), on utilise alors la chaleur rayonnante et une partie de la chaleur directe, car fumée et air se mélangent avant de s'échapper lentement par le trou d'évacuation percé à la partie supérieure de l'habitation. Mais ce mode de chauffage n'est pas, on le conçoit, sans présenter de graves inconvénients pour la santé des personnes qui l'appliquent et pour la bonne conservation des objets qui y sont exposés.

En résumé, le brasier est encombrant et grossier ; en outre, il utilise mal la chaleur, il peut devenir très-couteux dans les milieux peuplés où les ressources de combustibles sont relativement moins grandes, par rapport à la consommation, que dans les milieux à nomades.

*Brasero*. — On a ensuite cherché à utiliser simplement la chaleur directe de combustibles sans flamme, et comme dans ces conditions la combustion doit avoir lieu en masse, avec une faible affluence d'air, on a été conduit à mettre le combustible allumé dans une sorte de cuve plus ou moins profonde, circulaire, et percée de trous pour le passage de l'air ; on constitue ainsi le brasero.

Le brasero dont on se sert vulgairement dans les chantiers est le plus souvent cylindrique, en fonte ou en tôle, percé au périmètre et un peu au-dessus du fond de petits trous disposés annulairement ; le combustible enflammé remplit la capacité de l'appareil.

En Espagne, où la chaude partie de la journée est consacrée au repos, les veilles des soirées se prolongent, et comme celles-ci sont souvent rendues subitement fraîches par les vents passant sur les sierras neigeuses, on combat cette fraîcheur par l'usage du brasero. L'appareil usité dans ce cas consiste en une cuve en métal, circulaire, peu profonde, dans laquelle on met de la braise de boulanger ; on recouvre celle-ci d'un peu de cendres que l'on tisonne de temps en temps avec une petite pelle, on obtient ainsi une combustion très-lente (tout à fait analogue à celle qui est produite dans la chauffelette de nos pays tempérés) ; l'air ambiant, quelque peu vicié cependant par les gaz de la combustion et par l'absence de ventilation, est seulement attiédi, c'est tout ce que l'on demande à l'appareil.

Le brasero le plus simple est porté sur un cercle en bois ; celui plus luxueux, en cuivre ou laiton repoussé, repose sur une couronne en même métal et est surmonté en outre d'un couvercle, l'un et l'autre sont ajourés ; des spécimens de ces derniers formaient tout le bilan de l'Espagne à l'Exposition, en fait d'appareils de chauffage.

Nous n'avons rien trouvé de semblable ou méritant une mention spéciale dans l'exposition des autres pays chauds de l'Orient ou de l'Occident, ou dans celle de l'Amérique du Sud.

*Cheminées.* — Dans les pays civilisés à climat froid ou tempéré, mais alors à saisons généralement variables, l'emploi du brasier est dispendieux, incommode et malsain, et, d'autre part, celui du brasero est tout à fait insuffisant; aussi a-t-on cherché de bonne heure des dispositions propres à chauffer plus convenablement les lieux habités.

On a tout d'abord constitué une aire spéciale, l'*âtre*, sur laquelle on plaçait le combustible. Adossant le foyer au mur, on a disposé au-dessus une *hotte* rassemblant les produits gazeux de la combustion, qu'elle dirigeait, par une ouverture ménagée à sa partie supérieure, dans un conduit qui est le tuyau de fumée, le départ de celle-ci résultant de sa moindre densité par rapport à celle de l'air ambiant. Afin d'éviter l'action de courants variables, on fit avancer, latéralement au foyer et accolés au mur de fond, deux dosserets ou jambages qui s'opposaient à l'affluence de l'air autrement qu'en avant du foyer.

Comme perfectionnements, on disposa le combustible sur deux traverses, les *chenets*, quelquefois en pierre et le plus souvent en fer ou en fonte, facilitant et l'admission de l'air à travers le combustible et la séparation des cendres inertes. Afin d'assurer la conservation de l'âtre et du fond du foyer (la pierre calcaire se transformant en chaux), on employa pour les constituer de la terre cuite ou des plaques de fer ou de fonte. Quelquefois une dalle en pierre horizontalement placée surmontait à peu de distance l'orifice de la cheminée, afin d'empêcher l'engouffrement du vent. Comme outillage, la pelle pour relever les cendres, la pincette pour saisir les morceaux de combustible contre le fond, la crémaillère disposée pour recevoir la marmite à placer au-dessus du foyer, et plus tard des chenets plus développés, des supports disposés pour la cuisson des aliments, ou landiers comportant des foyers spéciaux et supportant des tournebroches placés en avant du feu.

La cheminée ainsi disposée, large, haute, à proportions généralement développées, a été la seule en usage jusqu'à la fin du dernier siècle et est encore fort usitée dans les campagnes. Le seul avantage d'un tel foyer est son aspect réjouissant, car il est peu économique, puisqu'on n'utilise ainsi que la chaleur rayonnante. Il est sain au point de vue du renouvellement de l'air, mais ses dispositions déterminant un appel considérable, l'air ambiant des pièces ne peut s'échauffer, et il n'y a que les surfaces recevant directement les rayons calorifiques qui se trouvent chauffées.

On a cherché à atténuer ces inconvénients; tout d'abord on a rétréci l'orifice de départ de la fumée afin de diminuer la ventilation exagérée, avancé le fond du foyer et disposé les côtés en évasement, en vue de faire et de laisser rayonner latéralement le foyer. Après Rumfort, qui fit ces modifications à la cheminée, Lhomond employa le châssis à rideau mobile placé en avant du foyer, permettant de modifier le tirage par l'admission plus ou moins grande de l'air. Plus tard, comme l'appel de l'air, quoique atténué, déterminait l'entrée de cet

air par les fissures des portes et fenêtres, on calfeutra celles-ci autant que possible, mais l'admission en devint insuffisante pour la combustion et comme le tirage ne pouvait plus se produire que faiblement, les cheminées fumaient; c'est pour remédier à ces inconvénients qu'on admit alors l'air sur le foyer par des ventouses en le prenant directement à l'extérieur.

Les chenets avaient été conservés pour le bois; mais pour la houille, on employa des grilles dont la partie antérieure était relevée, afin de forcer l'air à passer à travers le combustible, et non au-dessus tout d'abord. Ces grilles furent même avancées en saillie des jambages, avec un fond à travers lequel s'échappait la fumée après avoir traversé le combustible.

Pour le bois, on employa aussi le foyer mobile; celui de Bronzac consistait en deux chenets avec âtre et fond placés sur quatre galets; au début de la combustion, le foyer était poussé au fond de la cheminée, et quand elle était développée on avançait ce foyer. L'appareil se combinait avec le rideau.

Enfin, après avoir cherché à assurer une bonne combustion et une complète utilisation de la chaleur rayonnante, on rechercha des dispositions permettant de profiter et de la chaleur directe du combustible et de celle des gaz de la combustion. Toutes se résument en des parois plus ou moins développées, en contact avec le foyer ou la fumée, et transmettant le calorique à l'air admis au contact de ces parois.

Nous allons passer en revue ces dispositions avec les perfectionnements qu'elles comportent et que réalisent divers appareils exposés. Tout d'abord on s'est contenté d'une enveloppe dans laquelle se plaçait le foyer, un tube en tôle dirigeait la fumée dans le tuyau de cheminée; l'air pris extérieurement s'échauffait au contact des parois et s'échappait latéralement par des bouches de chaleur ouvertes dans les jambages. Cette disposition se retrouve dans un appareil exposé par M. Anez, architecte à Meudon (fig. 233), avec ce perfectionnement qui consiste en ce que l'air chaud, avant d'être admis dans la pièce, passe au-dessus d'un réservoir d'eau dont la vapeur complète les conditions hygiéniques exigées pour la respiration<sup>1</sup>. Cet air s'échappe en avant de la cheminée. L'air vicié de la pièce passe au travers en même temps qu'au-dessus du combustible (houille ou coke).

On fait encore beaucoup d'appareils de cheminée consistant en de simples coquilles plus ou moins développées, sur la partie postérieure desquelles l'air s'échauffe et, après quoi, est admis dans les pièces par le périmètre de l'appareil.

Les expositions anglaise et belge comportaient nombre d'appareils ainsi disposés, généralement très-luxueux, avec grille à houille ou coke, formant coquille très-avancée sur le corps de la cheminée; le fond du foyer consistait généralement en une plaque en terre cuite pouvant être remplacée et présentant des cannelures isolant le combustible de sa poroi

1. Voir *Gazette*, année 1865, p. 249.

et permettant ainsi à l'air de circuler. Le rideau de tirage avait la forme d'un quart de sphère venant se poser sur le périmètre supérieur de la grille saillante. L'air chaud est émis du périmètre de la coquille, périmètre qui est quelquefois en saillie sur le corps de la cheminée, à l'inverse de la disposition des ébrasements admis en France; l'air s'échappe mieux ainsi dans la pièce et retourne moins directement au foyer. Les cendriers de ces appareils étaient très-développés et faisaient corps avec des galeries terminées par des supports à pincettes et à pelles.

Les appareils les plus remarquables, dans l'exposition anglaise, étaient exposés par MM. Benham et fils à Londres, et dans l'exposition belge, les produits les plus intéressants étaient ceux de MM. Van de Wiele de Mathys, Ruclens de Bruxelles; Ramboux à Anvers; S. de Lairesse à Liège.

La Prusse avait exposé des appareils à foyer très-ouvert analogues aux précédents.

Une condition importante de bonne combustion est l'admission de l'air à travers les combustibles denses, tels que le coke et la houille, surtout pour la houille à courte flamme. Ce mode d'admission est une condition de fumivoricité, c'est-à-dire de combustion des gaz qui se dégagent.

M. Mousseron a obtenu ce résultat en employant pour foyer une sorte de coquille (fig. 234), au fond de laquelle est un tuyau formant appel d'air à travers le combustible; de la sorte, tandis que partie des résultats de la combustion s'échappe à la partie supérieure, les autres gaz se brûlent complètement dans le tuyau postérieur avant de se rendre dans le tuyau commun de départ. L'air s'échauffe sur les parois comme dans l'appareil décrit plus haut, et est admis dans la pièce par le périmètre de l'appareil.

M. Bertcher, à Douai, avait exposé un appareil analogue dans son principe, dit tubulaire-fumivore à flamme divisée. Ses dispositions intéressantes que nous nous contenterons de décrire, n'ayant pu nous en procurer le dessin, étaient les suivantes : à la partie inférieure d'une coquille de forme analogue à celle de l'appareil précédent, était le départ d'une série de tuyaux verticaux, placés en arrière de la coquille et aboutissant à une chambre commune, sur laquelle se greffait le tuyau de départ de la fumée résultant des gaz de la combustion et passant à travers ces tubes. L'air s'échauffe autour de la coquille et des tubes, puis est admis dans les pièces, soit par des bouches de chaleur, soit par le périmètre de l'appareil.

On a cherché à utiliser le gaz pour le chauffage; à l'origine il était brûlé directement dans un foyer en s'échappant d'une rampe ou à travers les trous d'une bûche et de mâches d'amiante divisant la flamme. Depuis on a cherché une combustion du gaz et une utilisation de la chaleur rayonnante et directe plus complètes.

Quoique l'état actuel de monopolisation de la fabrication du gaz qui, en écartant la concurrence, en maintient le prix élevé, eu égard à la qualité, ne soit pas favorable à la solu-

tion économique, on est cependant arrivé à des résultats satisfaisants. Parmi les plus intéressants, nous citerons l'appareil de M. Jacquet, à Paris (fig. 235). Il consiste en une rampe à gaz R, que l'on allume; la combustion se développe horizontalement, ce qui force les rayons calorifiques à être reçus sur la surface supérieure, d'où ils sont renvoyés sur un réflecteur en métal blanc parabolique, formé d'une série d'éléments rectilignes, réfléchissant lumière et chaleur dans la pièce. Les gaz achèvent leur combustion pendant leur circulation dans l'appareil, et abandonnent leur chaleur à travers les parois à l'air admis, soit de la pièce, soit extérieurement.

Diverses dispositions ont été réalisées dans la pratique, en vue d'utiliser plus complètement la chaleur directe des combustibles solides, bois et charbons.

Nous rappellerons à cet égard les appareils Fondet, à tubes de section rectangulaire, disposés en quinconces au fond du foyer, à travers lesquels, extérieurement, la fumée divisée se refroidissait et, intérieurement, l'air s'échauffait. Le perfectionnement apporté par M. Cordier, de Sens, consiste, on le sait, dans une articulation permettant de renverser l'ensemble de l'appareil en arrière et d'opérer le ramonage sans autre déplacement.

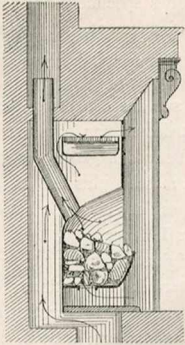
M. Cordier expose aussi un autre appareil (fig. 236), consistant en une capacité où l'air s'échauffe sur des cannelures présentant un certain développement de surface de chauffe; cet air, avant de s'échapper, passe à travers un tube cylindrique recevant l'action directe de la flamme ascendante du foyer. L'ensemble de l'appareil peut être aussi rejeté vers le fond de la cheminée, afin de faciliter le ramonage.

La maison Laury avait exposé des appareils où l'air s'échauffe en passant soit dans des tubes cylindriques, soit dans des sortes de cannelures tubulaires entre lesquelles passe la flamme.

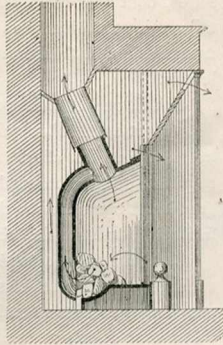
On a enfin cherché, tout en conservant un foyer ouvert, à utiliser les dispositions des calorifères.

M. Leras, docteur ès-sciences, inspecteur de l'université à Auxerre, avait exposé, en 1855, un appareil perfectionné depuis (fig. 237). Le combustible et les gaz de la combustion transmettent la chaleur à travers les parois d'une capacité en métal, tôle ou fonte, dans laquelle l'air circule longuement sans rencontrer les grands frottements qui résultent des appareils tubulaires; la partie de l'appareil placée au fond du foyer reçoit la chaleur directe transmise par le combustible, celle placée au-dessus du feu reçoit l'action de la flamme et, en la divisant, absorbe plus de chaleur.

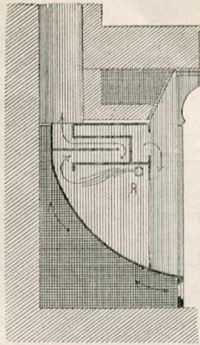
Un appareil analogue a été construit par M. Ch. Derosne, maître de forges aux usines de Larians et de Loulans-les-Forges (Haute-Saône) (fig. 238). Les diverses figures, élévations, plans, coupes et perspective, indiquent suffisamment le mode de circulation de l'air sans qu'il soit besoin d'y insister ici. Nous ferons remarquer la bonne disposition du fond, tant pour la réflexion que pour recevoir et transmettre la chaleur, cette paroi étant léchée par les gaz chauds



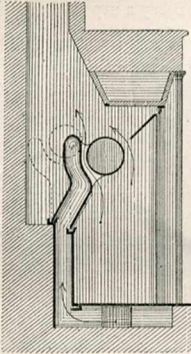
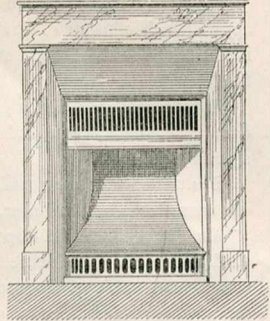
233. — Appareil à air saturé, Anez.



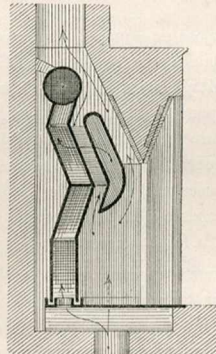
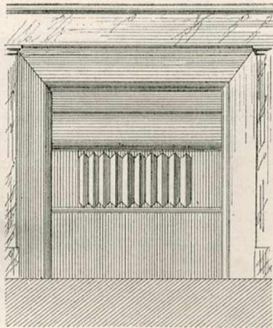
234. — Appareil fumivore, Mousseron.



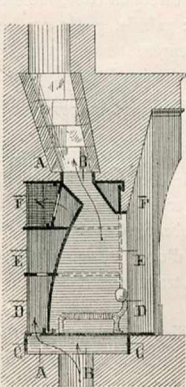
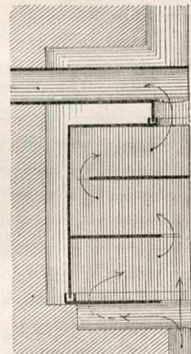
235. — Appareil à gaz à réflexion, Jacquet.



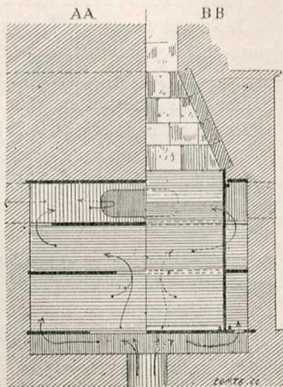
236. — Appareil à cannelures, Cordier.



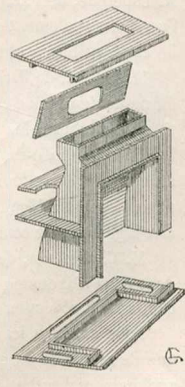
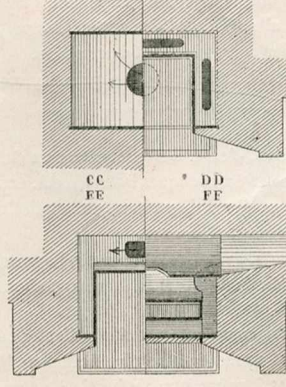
237. — Cheminée calorifère, Leras.



Lawrence Chapron, ing. arch., del.



238. — Cheminée calorifère Derosne.



Tomasskiewickz, arch. del.

Cheminées de divers systèmes. — Échelle de 0<sup>m</sup>,05 pour mètre.

Appareils de chauffage.

qui s'élèvent; les conditions pratiques de l'opération de fonte sont aussi prévues.

Il y a lieu de faire remarquer que, dans la pose de tous les appareils à cheminées où l'air s'échauffe à travers des parois, il faut des joints bien faits empêchant le mélange et de la fumée et de l'air chaud.

Nous rappellerons ici la cheminée de caserne anglaise dont il a été déjà parlé dans la *Gazette*<sup>1</sup>, ainsi que du foyer-siphon Laviron<sup>2</sup>.

D'autres appareils présentaient des dispositions spéciales que nous n'avons qu'à énoncer, vu leur simplicité.

Ainsi nous citerons la disposition avec four-étuve placé, ou dans la partie supérieure de l'ébrasement, ou dans la traverse sous tablette, alors augmentée dans sa hauteur, ou enfin placée au-dessus, ce qui permet l'usage de la cheminée dans la salle à manger. Des appareils exposés par MM. Loupe de Paris, Jusseume de Nantes, présentaient des dispositions analogues.

M. Jusseume avait aussi exposé un appareil à foyer ouvert sur quatre faces et pouvant aussi prendre place au milieu d'une pièce. Le combustible était placé sur une grille à travers laquelle l'air était admis pour la combustion. Les gaz s'échappaient à la partie supérieure dans une capacité rectangulaire (autour de laquelle s'échauffait l'air) et redescendaient par quatre colonnes placées aux angles de l'appareil, dans une autre capacité disposée à la partie inférieure, d'où peut se faire le départ de la fumée par un tuyau rampant rejoignant un tuyau ascendant. Entre les colonnes, prises deux à deux, pouvaient être descendus de petits rideaux, afin d'activer le tirage et la combustion au début, ou pour abriter le foyer au besoin par l'un ou plusieurs de ses côtés.

Nous avons aussi remarqué la cheminée tournante de M. Laperche, de Paris, à double foyer, ce qui permet, quand l'un d'eux seulement est allumé, de le faire servir, sans perte de combustible, à chauffer successivement deux pièces.

M. Lafond, de Paris, avait aussi exposé un petit foyer en forme de demi-cône creux, servant à brûler de petites quantités de combustible.

Une cheminée-fourneau, c'est-à-dire présentant un âtre au milieu et deux fourneaux économiques latéralement, était exposée par M. Mousseron. Cette disposition est applicable aux logements de concierges et d'ouvriers.

M. Chaussenot, de Paris, avait exposé un nouvel appareil dont nous n'avons pu avoir le détail; M. Hurez exposait une cheminée à réflexion et à conservation du calorique.

Nous arrêtons ici cette énumération, qui n'a d'autre but que de mettre le lecteur à même de faire plus facilement les quelques recherches dont il pourrait avoir besoin à un moment donné.

Les cheminées comportent un certain nombre d'accessoires, dont nous examinerons quelques spécimens qui sont utiles soit pour obtenir un bon fonctionnement, soit comme ustensiles, soit à d'autres points de vue, ainsi que nous allons le voir.

On sait que les bois sont brûlés sur des chenets servant de support aux bûches qui reposent dessus par leurs extrémités, et que les charbons le sont sur des grilles ou des coquilles qui les rassemblent en masses plus ou moins grandes. L'une et l'autre de ces dispositions ont pour but de faciliter l'admission de l'air à travers le foyer.

Les chenets, qui ont été dans l'origine de simples supports en fer ou en fonte, ont présenté plus tard des dispositions propres à supporter les ustensiles du foyer, pelles et pincettes, ou même ceux de cuisine comme dans les landiers; enfin ils ont été plus récemment l'objet d'un perfectionnement au point de vue de l'utilisation de la chaleur du foyer. Sous le nom de chenets-chauffeurs, M. Frédéric Passy a exposé des appareils à air chaud, consistant en de simples tubes, dans lesquels circule l'air, pris à l'extérieur ou à l'intérieur, et qui, après s'être échauffé au contact du métal constituant les chenets placés sous le foyer, est admis dans la pièce par un certain nombre d'orifices. Les spécimens exposés (fig. 239) sortaient des ateliers de MM. J. Boué et C<sup>ie</sup>, fondeurs à Paris.

L'agrément des cheminées comme mode de chauffage est incontesté, et les dispositions qui peuvent l'augmenter présentent toujours quelque intérêt, alors même qu'elles sont des plus simples, c'est ce qui nous fait présenter (fig. 240) les chauffe-pieds de M. Ginot, à Laya (Loire). Ils consistent tout simplement en des semelles ajourées ou seulement en des étrières suspendus à une traverse, autour de laquelle ils peuvent osciller. Cette traverse est portée à ses deux extrémités par deux chevalets. L'usage de ce petit appareil permet donc de placer les pieds à une hauteur et dans une direction convenables.

Les autres accessoires de foyer : galerie, garde-cendres, porte-pelles et pincettes, étaient représentés à l'Exposition par de nombreux spécimens plus ou moins luxueux pour la France, mais généralement plus développés et plus confortables pour l'Angleterre et la Belgique.

Nous avons remarqué, parmi les menus accessoires, les porte-pelles et pincettes de M. Charles Desmarest à Paris : ils consistent simplement en une traverse en métal, fonte ou cuivre, qui s'applique sur les chambranles et s'y fixe latéralement au moyen de la pression d'une vis. Le prolongement convenablement courbé de la traverse sert à appuyer les ustensiles, pelles et pincettes.

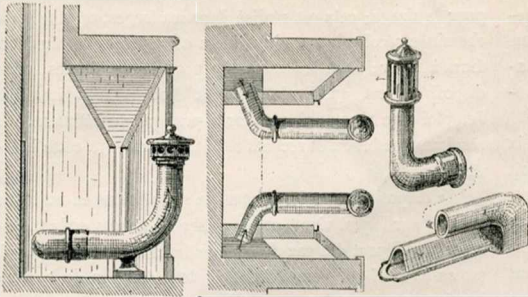
Nous avons aussi remarqué la disposition des pincettes anglaises, dont les deux extrémités, que l'on joint pour saisir le combustible, au lieu de présenter chacune une petite palette, sont disposées en griffes assez épanouies, ce qui, donnant plus de prise, offre plus de certitude dans la manutention.

Quant aux grilles à charbon, elles sont ou droites ou en

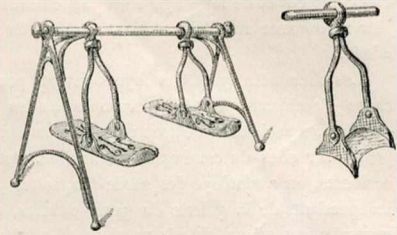
1. Voir *Gazette*, année 1865, p. 73.

2. *Idem*.

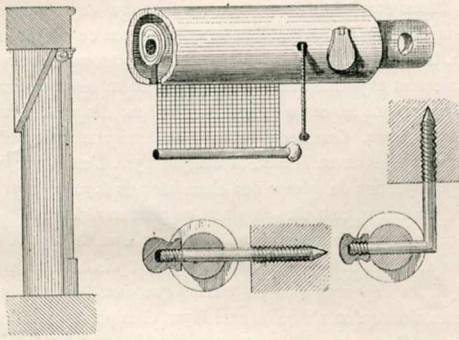




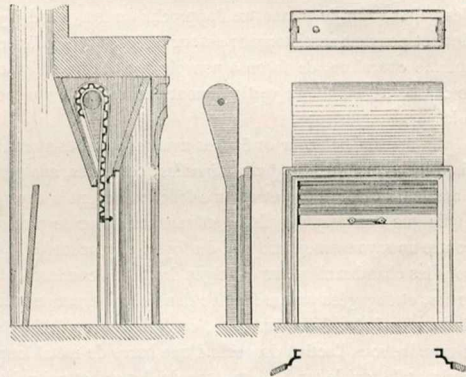
239. — Cherets-chauffeurs Frédéric Passy, F. Boué et C<sup>e</sup>, fondeurs à Paris.



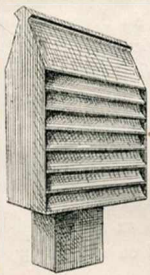
240. — Chauffe-pieds Ginot, à Laya (Loire). — Échelle de 0<sup>m</sup>,10 pour mètre.



241. — Ecran-stora dit *pare-étincelles*, J. Delacroix et Backes. —  
Détail à 0<sup>m</sup>,3 pour mètre.

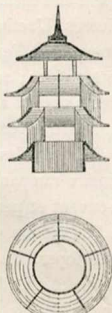


242. — Rideau en tôle ondulée, système Léaud.



243.

Fumatière Perrachon.



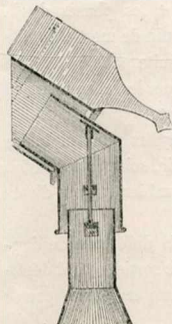
244.

Mitro Morin.



245.

Trisiphon V. Berne.



246.

Gaeule de loup Combaz.



247.

Ventilateur Serron et C<sup>e</sup>.

Laurence Chapron, ing. arch. del.

Lecomte, arch.

Accessoires de cheminées. — Échelle de 0<sup>m</sup>,05 pour mètre.

Appareils de chauffage.

coquille, ainsi qu'on le sait; ces dernières, de plus en plus usitées en France, le sont presque exclusivement en Angleterre et en Belgique; elles permettent d'avancer le foyer dans l'appartement et de faire agir ainsi plus efficacement la chaleur rayonnante sur l'air ambiant, latéralement à la cheminée.

Les cheminées ayant des foyers ouverts peuvent être la cause d'accidents pour les personnes ou les choses, soit qu'elles les avoisinent de trop près, soit par suite de la projection sur elles du combustible enflammé. Pour éviter ces accidents, on a employé des garde-feu, soit dépendants soit indépendants de la galerie du garde-cendres, et consistant généralement en un châssis garni de toile métallique ou en lames ajourées, disposées en éventail.

La maison Chevalier, à Paris, avait exposé des garde-flamme en toile métallique mobiles, pouvant s'avancer sur des galets, afin de permettre l'approche du feu quand il y a lieu, et pouvant aussi tourner autour de leur arête inférieure comme charnière, de façon à pouvoir se rabattre en avant; le châssis est maintenu verticalement par un crochet disposé à la partie supérieure.

La maison Delacour et Backes avait exposé des stores en tissu incombustible dits *pare-étincelles*; ces stores, analogues dans leurs dispositions et comme fonctionnement à ceux en étoffe que l'on emploie plus généralement pour se protéger contre un rayonnement trop vif du foyer, se placent (fig. 241) sous les chambranles, sur des tiges droites ou coudées, selon le cas, et engagées par un filetage dans la construction même de la cheminée. Quant au store, on le baisse en le laissant descendre sous l'action du poids d'une barre de métal lourde horizontale, qui le tend, l'empêche de flotter, et qui agit en lâchant un petit déclit. On relève en tirant un cordon.

Une des conditions d'un bon fonctionnement des appareils est de pouvoir régler le tirage, suivant les phases de la combustion; au début, il faut l'activer, afin de mettre tout le combustible en feu, puis le ralentir ensuite pour éviter une trop prompte consommation, surtout dans les cheminées où l'on veut profiter de la chaleur rayonnante.

On obtient le tirage soit par des tuyaux plus ou moins élevés, soit par l'admission limitée de l'air, soit par aspiration ou par refolement, soit même en combinant ces divers moyens.

Le tirage des tuyaux est fondé sur la différence de densité de l'air aux orifices d'admission et de sortie, ce qui détermine un appel de bas en haut, combattu en partie par le frottement dans les conduits.

Dans les conditions habituelles de la construction, et jusque dans ces derniers temps, on mettait un tuyau par cheminée, et ce n'était qu'exceptionnellement que deux foyers envoyaient leur fumée dans un même canal de départ.

Cependant l'expérience avait démontré depuis longtemps, industriellement, la possibilité d'envoyer les gaz de plusieurs

foyers dans un même conduit d'évacuation, sans inconvénients pour le tirage; cela est réalisé dans les forges, où une seule cheminée récolte les produits de la combustion de plusieurs foyers à foyer; dans les usines de produits chimiques, cette disposition est aussi réalisée. M. Mousseron a introduit l'emploi d'un tuyau unique dans la pratique du bâtiment. Des résultats nombreux et récents ont été favorables à cette innovation.

La disposition employée consiste simplement en un tuyau unique, sur lequel viennent se greffer les courts embranchements de départ des gaz de chaque foyer. Le tirage produit est assez actif pour empêcher le retour des gaz de la combustion, résultant des foyers allumés, dans les pièces où l'on ne fait pas de feu; ce retour ne pourrait d'ailleurs avoir lieu qu'exceptionnellement, alors qu'un vent violent rabattrait la fumée, ce que l'on évite par une mitre en guise de paravent, placée au sommet du tuyau de la cheminée. On peut d'ailleurs être complètement garanti contre ce retour par l'emploi d'une trappe que l'on ferme quand on ne fait plus de feu. Le système se complète d'un second tuyau, montant verticalement et parallèlement au tuyau de cheminée, qui prend l'air pur dans les caves et le distribue par des ventouses à chaque foyer. Ces deux tuyaux, symétriquement placés, forment les côtés ou le fond de chaque foyer. L'emploi de ces tuyaux permet de placer des cheminées en façade; dans ce cas, pour prendre moins de place, on peut en réduire la section, en les faisant servir tous les deux comme tuyaux de fumée, l'air pouvant être alors facilement pris à l'extérieur.

Si les dépenses sont les mêmes que dans les deux systèmes alors qu'on n'a qu'un seul foyer, elles présentent, dans chacun d'eux, des différences considérables quand on a plusieurs cheminées, ainsi que cela a lieu dans les maisons à nombreux étages. D'une part, le tuyau unique de fumée donne une économie de tuyaux, de mitres, de place et de ramonage opération qui peut être même rendue assez rare par l'emploi des foyers fumivores. L'activité du tirage, d'autre part, contribue à l'entraînement, à l'extérieur avec la fumée, de la plupart des éléments solides; on évite aussi l'inconvénient qui résulte de plusieurs tuyaux accolés et que des vices de construction peuvent mettre en communication. Enfin le tuyau unique d'admission d'air évite les nombreux percements pour ventouses et les canaux rampants sous les planchers, canaux qui s'engorgent souvent et perdent l'air.

Le tirage dépend de l'admission plus ou moins grande de l'air sur ou à travers le foyer. Quand on admet trop ou pas assez d'air, on obtient une combustion plus ou moins lente et pas de chauffage; entre ces limites, on a un tirage plus ou moins actif, nécessaire surtout au début de la combustion pour en développer le foyer. Il faut donc faire varier le tirage avec les phases de la combustion que l'on veut obtenir; ainsi, pour les cheminées, il faut, nous l'avons dit, l'activer au début, puis laisser le combustible se consumer lentement, afin de profiter davantage de sa chaleur rayonnante ou directe,

selon les dispositions employées. Dans certains appareils industriels, on recherche une combustion continuellement active qu'ici on doit éviter.

On réalise la variation dans le tirage généralement au moyen de rideaux mobiles.

On a d'abord employé le châssis à plusieurs lames se recouvrant, pour dégager l'encadrement du foyer, les lames étant maintenues relevées par des chaînes, à l'extrémité desquelles agissent des contre-poids. Ce système se dérange assez facilement et fonctionne avec un bruit désagréable.

Depuis, M. Bigote, de Paris, a remplacé les contre-poids par l'emploi de deux crémaillères latérales, sur lesquelles on fait reposer le rideau à diverses hauteurs; on est ainsi assuré de pouvoir le maintenir en place, tandis qu'avec les contre-poids qui peuvent se détacher, le rideau retombe toujours.

Enfin, M. Leaud, de Lyon, a exposé un rideau de cheminée automobile en tôle ondulée, dont les modèles (fig. 242), présentaient un bon fonctionnement, ce que d'ailleurs la simplicité du système pouvait faire prévoir. Le rideau consiste en une tôle dont les ondes assurent la rigidité transversale et dont la flexibilité permet l'enroulement ou le déroulement autour de deux galets. Le rideau glisse dans deux coulisses latérales au foyer, et s'engage dans une gaine, où il est à l'abri de toute saoullure ou altération. Le seul frottement dans ses rainures le maintient dans toutes les positions qu'on lui donne; enfin la pose en est plus économique. Les prix présentés par M. Sommaire, qui en est constructeur à Paris, sont les mêmes que ceux des autres systèmes. M. Leaud exposait aussi des rideaux pleins et des rideaux à jour.

M. Aubert, de Paris, a exposé un système à double rideau: l'un plein est destiné à produire le tirage; en le relevant, on lui substitue, s'il y a lieu, un rideau à jour en tôle évidée ou en toile métallique, conservant la vue du foyer, garantissant contre la projection du combustible et protégeant d'un rayonnement trop vif.

Pour les foyers à charbon de terre, mais surtout à coke, et pour lesquels on emploie généralement les grilles ou coquilles saillantes, avons-nous dit, on active le tirage par l'emploi d'un masque en tôle pleine, qu'on place ou soulève avec une poignée ou avec un crochet; le fonctionnement est le même pour les masques en toile métallique ou en fonte ajourée, destinés à empêcher la projection du combustible, et qui quelquefois sont disposés à demeure et sont mobiles autour de charnières.

Le tirage des foyers se fait par aspiration, c'est-à-dire en produisant artificiellement une dépression entre les orifices d'admission de l'air et d'émission de la fumée.

Pour arriver à ce résultat industriellement, on emploie soit un jet de vapeur, qu'on envoie dans la cheminée et dont la condensation produisant une dépression détermine l'appel de l'air, soit des ventilateurs aspirants donnant le même résultat; mais dans la pratique du bâtiment, il faut des moyens plus simples. Dans les cas où il n'y a pas de vent plongeant,

le vent rasant et surtout ascendant produisant appel, l'emploi d'un appareil spécial d'aspiration n'est pas nécessaire à la rigueur, si toutefois on a des conduits et des foyers bien disposés dans leur ensemble et dans leurs parties. Mais il faut recourir à un appareil quand le vent s'engouffre dans les cheminées et s'oppose ainsi à la sortie de la fumée.

On a cherché non-seulement à s'opposer à l'action du vent, mais encore à l'utiliser pour produire un tirage. Plusieurs dispositions ont été proposées, les unes fixes, les autres automobiles.

Parmi les dispositions fixes, nous avons remarqué le fumatière de M. Perrachon, à Paris (fig. 243), la mitre de M. Marin à Genève (fig. 244). L'un et l'autre de ces systèmes déjà usités dans leur principe, mais sous d'autres formes, consistent en lames se superposant en laissant des intervalles entre elles; le vent arrivant sur ces lames glisse dessus; s'il est ascendant ou rasant, il remonte et sort avec la fumée à la partie supérieure; s'il est plongeant, il descend en produisant appel. La forme circulaire a l'avantage de répondre à toutes les directions.

Cependant le vent peut encore rentrer par les ouvertures assez développées que présente l'appareil; pour éviter cela, M. V. Berne, architecte, a imaginé (fig. 245) un système dit *triphon*; dans les conditions ordinaires, la fumée s'échappe à la partie supérieure de l'appareil, mais dans le cas d'un vent plongeant, elle s'échappe par trois tuyaux inclinés, le vent glisse sur ces derniers en produisant appel aux orifices. Ces orifices étant étroits s'opposent d'autre part à l'admission du vent pendant les remous qui se produisent dans l'atmosphère.

Parmi les appareils automobiles exposés, nous signalerons la gueule de loup exposée par M. Combaz et le ventilateur fumifuge de M. Venant perfectionné par MM. A. Serron et C<sup>ie</sup>.

La gueule de loup (fig. 246) consiste en un tuyau fixe coiffant la mitre de couronnement, ou s'engageant, à sa partie inférieure, dans le tuyau de fumée et, à sa partie supérieure, dans un tuyau qui est coudé à angle droit ou obtus, selon la position plus ou moins abritée de l'appareil. Ce tuyau coudé est mobile autour d'un axe, et il est terminé par un autre tuyau faisant corps avec lui, et portant une flèche d'orientation dont le plan est dans le sens du vent et dont la direction figurée est inverse. Le vent dirige toujours cette flèche dans le sens où elle présente le moins d'obstacle, ce qui a lieu quand les deux directions du vent et de la flèche sont dans un même plan; ce vent, en passant dans les parties annulaires laissées entre les tuyaux, produit appel de la fumée.

Le ventilateur fumifuge automateur (fig. 247) présente la forme d'une sphère, susceptible de recevoir l'action du vent dans toutes les directions qu'il prend; à cet effet, les lames, laissant entre elles un intervalle par où s'échappe la fumée, sont creuses et disposées suivant une certaine courbe en vue de recevoir cette action du vent.

Cette disposition, due à M. Venant, a été perfectionnée par MM. A. Serron et C<sup>ie</sup>, d'Orléans, par l'adjonction d'une

hélice placée dans le tuyau de fumée, et qui, tournant avec le ventilateur, produit appel de cette fumée.

Le tirage résultant de l'insufflation est un résultat secondaire, celui qu'on se propose par le refolement de l'air étant tout d'abord l'admission de cet air sur le combustible. L'insufflation se produit mécaniquement, soit au moyen du soufflet, soit au moyen d'appareils plus importants, tels que pompes et ventilateurs insufflants.

Pour terminer ce qui est relatif aux cheminées, nous citerons : les terres cuites de M. Voght, à Paris, et les faïences ingercables de M. J. Lœbnitz, à Paris; les fontes émaillées de MM. Boucher et C<sup>ie</sup>, à Fumay (Ardennes), de M. Godin-Lemaire à Guise; les tôles émaillées anglaises.

Tous ces produits trouvent aussi leur application dans les poêles-calorifères dont nous allons faire l'examen.

#### FOYERS CLOS<sup>1</sup>.

La chaleur produite dans des foyers clos peut agir sur l'air ambiant par l'intermédiaire des parois, et c'est ce qui caractérise les poêles; ou bien l'air peut circuler dans ces appareils convenablement disposés et s'y échauffer pour être admis où il y a lieu. Dans ce dernier cas, les appareils peuvent être placés soit dans le local où se fait cette émission, soit en dehors et plus ou moins loin de ce local, ainsi qu'on le réalise dans les grands établissements.

De là une division pour notre étude, qui va se définir par l'examen, et qui est la suivante : *poêles, poêles-calorifères, calorifères.*

*Poêles.* — Le poêle primitif consiste simplement en une capacité en terre cuite ou en fonte avec cendrier, grille, orifice de chargement et tuyau d'émission, capacité dans laquelle on met du combustible qui chauffe les parois de l'appareil et par suite l'air qui entoure ces parois. C'est le brasero des chantiers, perfectionné pour son usage dans les lieux habités.

Ce genre d'appareils ainsi disposés est à peu près complètement abandonné : quand ils sont en terre cuite, ils se dégradent rapidement si la construction n'en est pas très-soignée; quand ils sont en fonte, ils ont l'inconvénient de causer l'altération de l'air en rougissant, et d'être sujets à se fendre en se refroidissant. Enfin la consommation est coûteuse et la combustion a des allures généralement irrégulières, surtout trop actives au début de la combustion. La terre cuite présente un avantage sur la fonte, en ce qu'elle se refroidit plus lentement.

Nous verrons parmi les poêles-calorifères des appareils pouvant chauffer directement l'air ambiant, qui seraient par

suite susceptibles de figurer parmi les poêles, mais que nous avons été conduit à faire figurer parmi les calorifères, à cause de leurs dispositions particulières, auxquelles d'ailleurs ils doivent de pouvoir fonctionner comme des calorifères.

*Poêles-calorifères.* — Nous désignons sous le nom de poêles-calorifères les appareils de chauffage placés dans les pièces mêmes à chauffer, et dans lesquels l'air circule avant de se mêler à l'air ambiant ou de le remplacer. Nous conservons, avons-nous dit, la dénomination de poêles aux appareils sur lesquels l'air du local s'échauffe directement, et celle de calorifères aux appareils qui chauffent l'air en dehors des pièces avant de l'y envoyer. On comprendra cependant que ces dénominations n'ont rien de très-absolu, par le fait des dispositions que présente l'application; ainsi, tel poêle entouré d'une enveloppe deviendrait un calorifère; tel poêle-calorifère sans son enveloppe serait alors un poêle; tel calorifère, au lieu d'envoyer l'air chaud dans les locaux, peut y envoyer de l'eau chaude en des conduits autour desquels l'air du local s'échauffe, que ces tuyaux soient développés ou concentrés en un point déterminé et qu'ils soient avec ou sans enveloppe de manière à constituer de vrais poêles ou poêles-calorifères à eau chaude. On ne trouvera donc pas un ordre absolu dans nos descriptions, que nous faisons plutôt succéder en tenant surtout compte des progrès que présentent les appareils les uns par rapport aux autres. Mais la classification étant définie, ces systèmes étant décrits, il sera facile au lecteur de mettre ensuite chaque chose à sa place.

Le système de poêles-calorifères en faïence était représenté à l'Exposition par des modèles venant principalement des pays du Nord; les maisons Akerlindh, de Stockholm (Suède); Camille Vidal, de Fernsicht, et Friese, de Berlin (Prusse), avaient envoyé des produits de bonne fabrication et présentant, sauf variantes, des dispositions analogues à celles que nous donnons (fig. 248).

Le conduit où circulent les gaz du foyer est placé entre deux conduits où circule l'air à échauffer. La circulation de la fumée est inverse de celle de l'air, ce qui assure un prompt et bon échauffement; en effet, l'air le plus chaud arrivant au contact des parois les plus chaudes, il y a toujours entre les corps échauffants et ceux à échauffer une différence de température suffisante pour assurer l'absorption du calorique par ces derniers. On peut remarquer que peu après la production des gaz, leur courant est renversé; ce renversement a pour effet d'assurer la combustion par un mélange plus complet des premiers gaz produits qui sont plus ou moins combustibles, et qui tendent, quand ils s'élèvent verticalement, à ne pas se mélanger.

Ces appareils comportent des modifications diverses, selon l'usage qu'on a en vue. La Prusse exposait des poêles-calorifères en faïence qui avaient des étuves. Le docteur M. Meidinger, professeur à Carlsruhe, avait exposé un appareil à quatre étages d'étuves.

1. Les appareils qui précèdent forment la catégorie des FOYERS OUVERTS, qu'une erreur typographique nous a fait désigner sous le titre de FOYERS DIVERS (voir la p. 120).



En Russie, les poêles-calorifères en terre cuite ou en faïence sont très-répandus; ils y sont généralement très-importants; ce sont alors de vrais calorifères, tout en étant placés dans les pièces mêmes. Nous aurons à en parler plus loin. Comme exposant de ce pays, M. Sobolstchikoff, architecte, avait exposé un dessin de poêle dont la *Gazette* a parlé dans un de ses numéros<sup>1</sup>.

Les spécimens exposés de calorifères en métal (tôle ou fonte) étaient de beaucoup les plus nombreux, ainsi que cela a lieu d'ailleurs dans l'application.

Le poêle primitif s'est d'abord transformé par le développement de la circulation de la fumée, ce qui assure une utilisation plus complète de la chaleur. L'appareil exposé (fig. 249) par M. le baron H. de Wedel-Jalsberg, de Christiania (Norvège), fait circuler longuement cette fumée dans un tuyau coudé plusieurs fois et prenant l'épaisseur de l'appareil; ce dernier est allongé afin que le foyer puisse recevoir du bois. Ces circuits, en se développant, comprennent des étuves où l'on peut chauffer des mets à divers degrés selon la hauteur où on les place; l'étuve inférieure peut recevoir directement l'action du feu.

MM. Puricelli frères, à Rheinboellerhütte, près Creuznach (Prusse), avaient exposé un appareil analogue, dont le foyer était disposé pour la combustion des charbons de terre.

Afin de forcer l'air ambiant à s'échauffer au contact de la paroi du foyer et du tuyau de fumée des poêles, on a entouré l'un ou l'autre, ou même tous les deux, d'une enveloppe; l'air admis arrive à la partie inférieure de l'intervalle laissé entre le foyer ou le tuyau et cette enveloppe, et s'échappe à la partie supérieure; cet air étant pris soit dans la pièce même, soit de l'extérieur, et admis ensuite dans la pièce, on constitue ainsi un vrai poêle-calorifère. M. le baron H. de Wedel avait exposé (fig. 250) un appareil pour combustion de charbon de terre, présentant ce mode de circulation de l'air.

Les appareils conçus dans cet ordre d'idées sont très-nombreux, peu différents les uns des autres et de ceux que nous venons de décrire à l'instant. M. Cerbelaud, à Paris, exposait un appareil destiné au chauffage des wagons, et bien étudié à ce point de vue; il comportait une enveloppe isolante, avec appareil de tirage utilisant le déplacement du train pour produire appel. Cet appareil a été appliqué au chemin de fer des Dombes. M. Joly, à Paris, exposait un calorifère dans lequel la partie contenant le foyer pouvait s'enlever afin de permettre la mise en feu en dehors de la pièce. MM. Rodolph frères (Autriche) présentaient des appareils dont le foyer était contenu dans un cylindre en terre cuite qui préservait ainsi le métal du contact direct du combustible. M. L. Aubert, à Paris, entoure seulement le tuyau de fumée d'une enveloppe évidée qui s'oppose à un rayonnement trop vif. M. Graamans

(Pays-Bas) avait exposé un appareil à étuves, ainsi que M. Mousseron, à Paris, et bien d'autres exposants.

On a cherché aussi à modifier le mode de combustion, soit pour diminuer la consommation de combustible, soit pour assurer une marche régulière et dont on n'ait pas à s'occuper; c'est ce qu'on a réalisé par les appareils à *combustion lente*. Ces appareils consistent généralement en un cylindre fermé par le haut, dans lequel est le combustible; les gaz de la combustion redescendent toujours sur ce foyer, le traversent et brûlent en s'échappant par son périmètre; on obtient ainsi une combustion complète et l'utilisation de tout l'oxygène de l'air introduit, l'air en excédant étant d'ailleurs inutile puisqu'il s'échappe avec la fumée en s'échauffant aux dépens du combustible.

M. Delaroche exposait un appareil où le combustible était placé dans un cylindre prenant toute la hauteur de l'appareil; l'air s'échauffait sur les parois en passant dans l'intervalle laissé par une enveloppe; la fumée s'échappait directement à la partie supérieure.

Le système des appareils à combustion lente s'applique à l'utilisation du coke comme combustible, parce qu'ils permettent de le brûler en masse ainsi qu'il est nécessaire.

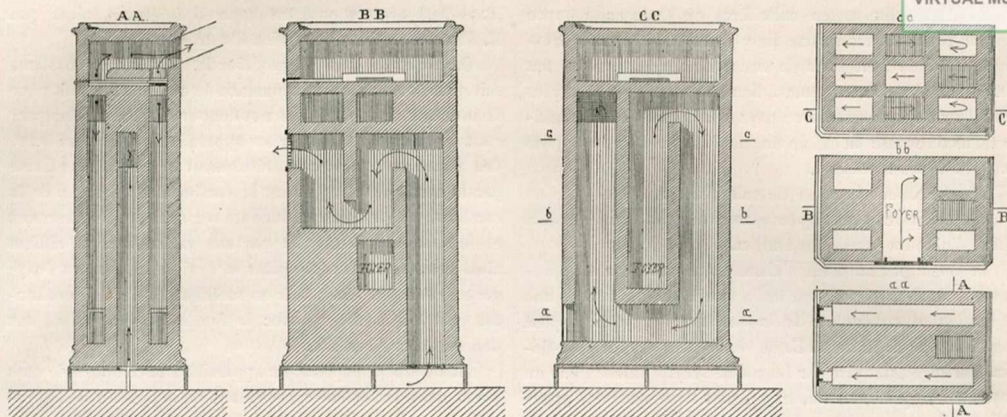
Le coke présente certains avantages. On peut régler sa combustion et utiliser sa chaleur, par cela même qu'on n'a pas à se préoccuper des gaz, dont le dégagement est toujours assez variable. De ce qu'on est plus certain d'un développement régulier de la combustion il résulte qu'on peut établir des appareils à marche continue. Enfin le coke, étant généralement le résidu d'une grande fabrication, peut être d'un emploi relativement peu coûteux.

La Compagnie parisienne de chauffage et d'éclairage par le gaz a été nécessairement conduite à réaliser des appareils permettant d'utiliser les énormes quantités de coke résultant de sa fabrication. L'un de ces appareils, dont nous donnons le dessin (fig. 251), permettra de préciser ce que nous venons de dire. Il présente un cylindre dans lequel s'entasse le combustible en masse (ce qui importe pour les combustibles denses, et surtout sans flamme, tels que le coke); après ce chargement, on met un tampon à joint de sable et le couvercle supérieur. L'admission de l'air à travers et autour du foyer pour achever de brûler les gaz de la combustion est réglée par de petites portes à coulisses. L'air s'échauffe sur les parois externes. Cet appareil peut se compléter d'une enveloppe à l'intérieur de laquelle passe l'air à échauffer.

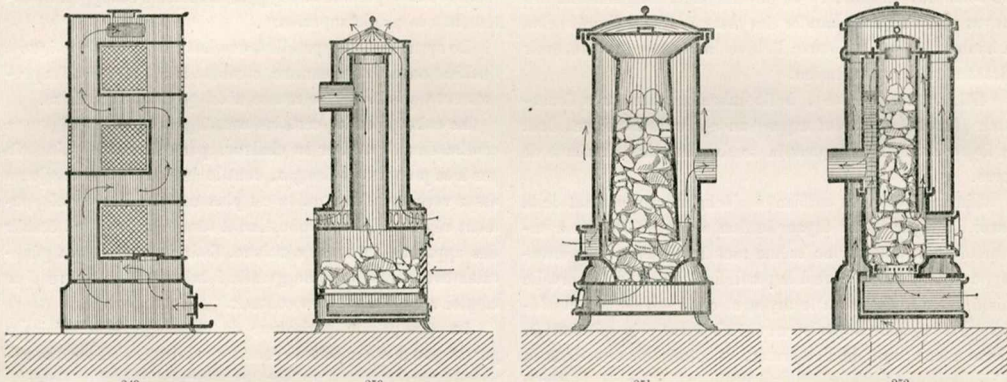
L'appareil dit *autopyrogène* (fig. 252), exposé par M. E. Delaroche aîné, à Paris, comporte cette enveloppe; le mode de combustion est analogue à celui que nous venons de décrire.

MM. Boutier et Gelot, de Lyon, exposaient un appareil dit *thermostat*, dans lequel le départ de la fumée se faisait par deux orifices placés sur un même tuyau et disposés, par rapport au foyer, comme dans le cas de la cheminée de M. Mous-

1. Voir *Gazette*, année 1867, p. 41.



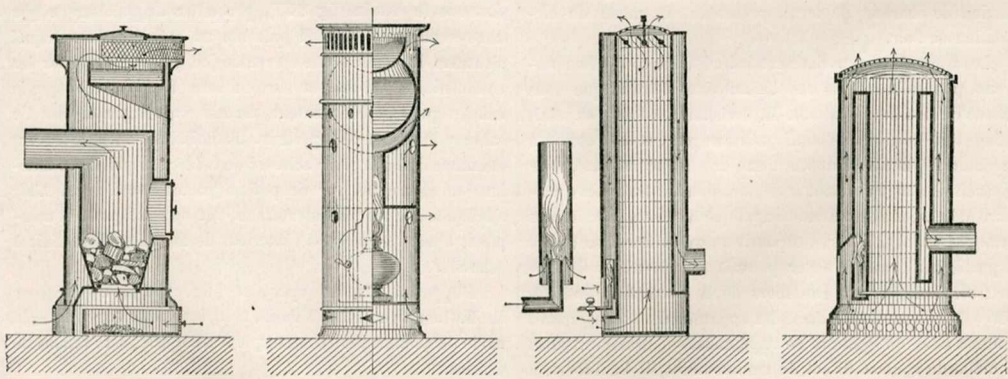
248. — Poêles-calorifères en terre cuite, mate ou émaillée; Suède, Prusse, etc.



249. Poêles-calorifères du baron H. de Wedel-Jalsberg, à Christiana, Norwège.

251. Poêlo-calorifère de la Compagnie parisienne.

252. Autopyrogène E. Delaroche aîné, à Paris.



253. Poêle-calorifère à air saturé, Anetz, arch.

Lawrence Chapron, *ing. arch. del.*

254. Fourneau-calorifère à huile, Bègue et C<sup>o</sup>.

255. Poêles-calorifères à gaz, D. J. Haskins, à Cambridge (Massachusetts), États-Unis.

Tomasszkewicz, *arch. sc.*

Poêles-calorifères de divers systèmes. — Échelle de 0<sup>m</sup>,05 pour mètre (1/20).

seron, dont nous avons parlé plus haut, disposition prise pour assurer la fumivorté en même temps qu'un bon tirage.

M. Leras exposait un poêle-calorifère ventilateur pour écoles, dont nous parlerons plus loin.

Pour répondre à la condition de saturation de l'air par la vapeur d'eau, M. Anez, architecte, a construit un appareil (fig. 253) comportant un réservoir au-dessus duquel passe l'air échauffé avant de s'échapper.

Les appareils que nous venons de décrire utilisent les combustibles solides; il est des combustibles fluides, tels que les huiles, les gaz, dont on a tenté l'utilisation avec plus ou moins de succès.

La maison Bègue et C<sup>e</sup> exposait un fourneau calorifère économique, à huile minérale, à usage multiple (fig. 254), c'est-à-dire servant à chauffer soit l'air, soit l'eau, soit des aliments par l'emploi d'un bain-marie. Les dispositions prises assurent un bon emploi de la chaleur. Ajoutons que la pièce doit être ventilée.

Quant à l'emploi du gaz, nous n'avons pu étudier que les appareils de M. D. J. Haskins, à Cambridge, en Massachusetts (États-Unis). Dans l'un de ces appareils (fig. 255), les produits de la combustion circulent entre deux cylindres en tôle, dont les parois s'échauffent et transmettent leur chaleur, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur, à des toiles métalliques qui abandonnent cette chaleur à l'air passant au travers. L'autre appareil (fig. 256) se complète d'une enveloppe assurant le contact de l'air à échauffer avec la paroi extérieure de la capacité échauffante.

D'autres appareils à gaz, sur lesquels nous n'avons pu avoir de renseignements, étaient exposés; l'un d'eux qui était étudié par M. Bérard, expert en la question du gaz, et construit par M. Bengel, nous a paru intéressant.

Nous allons maintenant décrire quelques poêles-calorifères qui par leurs dispositions présentent certains perfectionnements intéressants; ils sont basés sur les mêmes principes que les précédents, mais mieux entendus, surtout au point de vue de la transmission de la chaleur, qui est d'autant plus facile, avons-nous dit, que les contacts sont multiples entre le corps échauffant et le corps à échauffer.

M. Léopold Jedlitschka, à Znaim (en Moravie, Autriche), exposait un poêle-calorifère (fig. 257) dans lequel la multiplicité des surfaces était obtenue par l'emploi de tubes à travers lesquels passe l'air à échauffer et qui, entourant le foyer, sont eux-mêmes entourés par les gaz de ce foyer; l'un de ces tubes admet l'air dans un cylindre recevant l'action directe de la flamme. On voit donc qu'au voisinage du foyer les surfaces sont assez développées pour empêcher la fonte de rougir.

L'appareil exposé par M. Geneste, à Paris (fig. 258), réalisait aussi cette extension de la surface de chauffe par l'emploi de tubes, disposition combinée avec le système de la combustion lente. Cet appareil présente en outre des dispositions assurant un usage facile et un bon fonctionnement

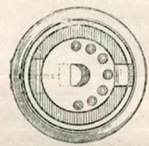
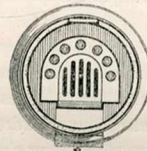
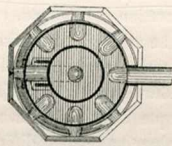
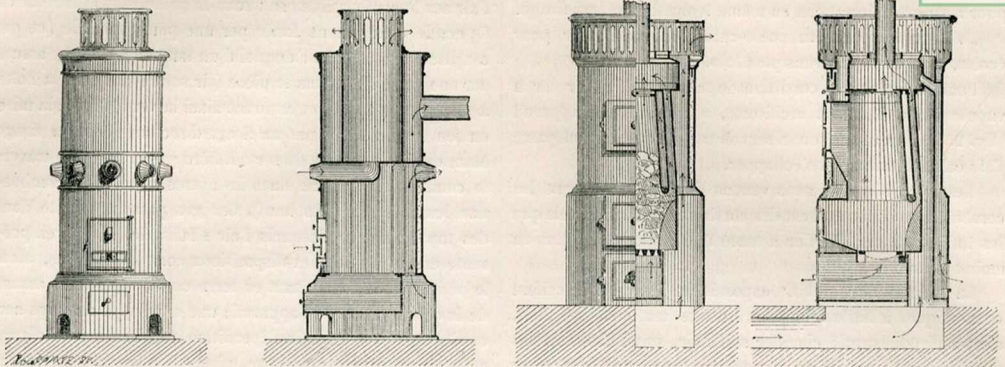
par la réalisation des conditions suivantes: l'admission de l'air sur le combustible, soit sous la grille, soit à hauteur du foyer; le chargement facile par une porte spéciale (ce qui est plus commode que l'emploi d'un tampon); le tirage assuré par une prise d'air dans la pièce (air se rendant dans la boîte à fumée et le tuyau, et assurant ainsi la ventilation); la mise en feu rendue facile par un tirage direct au début, ce tirage étant ensuite renversé de sorte à faire passer les gaz à travers le combustible (comme dans les autres appareils à combustion lente décrits plus haut). Ces gaz passent ensuite dans des tuyaux autour desquels l'air s'échauffe. L'appareil présente en outre quelques dispositions complémentaires, ainsi le périmètre du foyer étant en terre cuite, on est plus assuré de la conservation de l'appareil; une enveloppe de corps non conducteurs empêche la déperdition rapide de la chaleur; enfin un réservoir annulaire, placé à la partie supérieure, donne à l'air chaud la quantité de vapeur nécessaire à une saturation hygiénique.

Le mode de transmission de la chaleur à travers les parois se présente avec plus d'intérêt dans l'appareil exposé par M. Gurney, à Londres (Angleterre). Cette transmission tient compte de ceci, à savoir: que, d'une part, les gaz de la combustion perdent difficilement leur chaleur et peuvent alors s'échapper plus chauds qu'il ne le faut pour un bon tirage; que, d'autre part, l'air, étant mauvais conducteur, absorbe difficilement la chaleur; d'où il résulte que, là où le métal est en contact avec le foyer, il y a accumulation du calorique; par suite les surfaces rougissent et altèrent la nature de l'air en décomposant les corps organiques qu'il contient généralement.

L'appareil (fig. 259) exposé par M. Gurney obvie à ces inconvénients. Le combustible est contenu dans un cylindre en fonte dont les parois sont garnies de nervures saillantes; la fonte étant bonne conductrice de la chaleur l'absorbe rapidement, et par la multiplicité des surfaces de contact qu'elle présente à l'air à échauffer, elle perd vite cette chaleur et ne rougit pas. Dans les appareils à tubes on multiplie bien la surface de chauffe, mais celle-ci se trouvant être à peu près la même vers le foyer que vers l'air à échauffer, on ne tient pas compte de la différence de conductibilité de l'air et des parois, ce qui importe pour éviter les surfaces rouges.

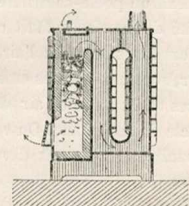
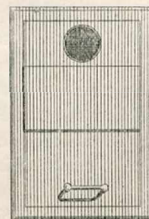
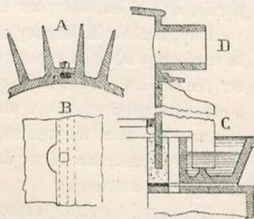
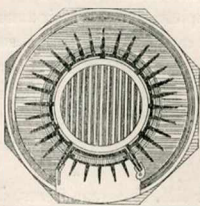
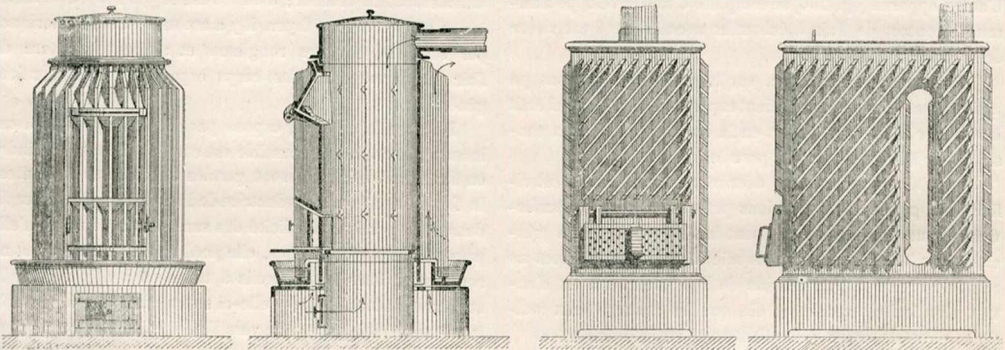
L'appareil de M. Gurney se complète d'un réservoir annulaire où se produit la vapeur d'eau qui se mêle à l'air à son arrivée sur les parois. Enfin comme construction le cylindre à nervures est composé de plusieurs parties, ce qui évite les ruptures qui sont fréquentes dans la fonte à cause des retraits brusques; les joints des jonctions sont rendus étanches par un mastic.

L'appareil (fig. 260) exposé par MM. Musgrave frères, de Belfast (Irlande), présente aussi des parois armées de nervures qui sont inclinées, afin de forcer l'air à lécher une face de ces nervures au lieu de s'élever verticalement. Les parois du foyer sont en terre cuite; la combustion des gaz



257. — Poêle-calorifère Léopold Jedlitska, à Znaim (4oravie, Autr-cho).

258. — Poêle-calorifère thermo-conservateur, Geneste, à Paris.



259. — Poêle-calorifère Gurney, à Londres (Angleterre).

260. — Poêle-calorifère Masgrava frères, à Belfast (Irlande).  
Coupe à 0<sup>m</sup>,025 pour mètre.

Lawrence Chapron, *ing. arch. del.*

Poêles-calorifères de divers systèmes. — Échelle de 0<sup>m</sup>,05 pour mètre (1/20)

Tomaszkievickz, *arch. sc.*

Appareils de chauffage.





est complétée par un renversement de la flamme assurant le mélange des produits combustibles avec l'air comburant admis à travers le charbon. Le tuyau de fumée recourbé présente un intervalle par où peut passer l'air à échauffer. Le chargement se fait à la partie supérieure. Un réservoir complète généralement le système.

Les appareils exposés par MM. Musgrave frères comportaient presque tous des enveloppes à l'intérieur desquelles l'air était admis par la partie inférieure, et s'échappait à la partie supérieure par des couvercles ajourés. Les modèles étaient d'une exécution soignée et assez bien entendus comme décoration. Les parois latérales de l'enveloppe étaient en faïence ou en tôle émaillées; le couvercle était généralement en cuivre, à dessins repoussés.

Parmi les poêles-calorifères nous aurions encore à examiner divers appareils, notamment ceux de M. d'Hamelin court, mais, ainsi que pour le calorifère-ventilateur de M. Leras, nous en confondrons l'examen avec celui des calorifères proprement dits; nous y placerons aussi l'étude des poêles-calorifères à eau chaude.

*Calorifères.* — Nous désignons ainsi, avons-nous dit, les appareils dont le foyer est en dehors des locaux où est admis l'air chaud.

Ces appareils peuvent se diviser en divers systèmes, à savoir : systèmes à chauffage direct, dits à air chaud; systèmes à chauffage indirect, dits à eau chaude, ou à vapeur, ou mixtes (eau chaude et vapeur combinées); cette eau et cette vapeur servent de véhicules à la chaleur.

Les appareils exposés étaient établis en vue de l'utilisation du bois et des charbons de terre comme combustibles; il n'y avait pas d'application en grand des fluides, huiles minérales ou gaz, dont l'usage est encore restreint aux petits appareils. Des essais font espérer une application plus étendue.

Les *calorifères à air chaud* consistent en des capacités soit en terre cuite, soit en tôle ou en fonte; ces capacités, dans lesquelles est le foyer et où se répandent les produits de la combustion, transmettent la chaleur, par l'intermédiaire des parois, à l'air admis à leur contact. Cet air étant échauffé est envoyé où il y a lieu par des canaux de distribution.

Ces appareils comportent des dispositions variées et doivent tendre aux mêmes résultats que les appareils que nous venons de décrire, d'autant plus que leur action devant se transmettre à des masses d'air plus considérables, ils exigent une consommation de combustible importante. Ces résultats sont : la combustion complète, l'utilisation au maximum de la chaleur, la bonne construction.

Dans l'origine, ce système de calorifère était composé soit d'une capacité construite en briques, soit d'une simple cloche en métal, transmettant par ses parois la chaleur du combustible qu'elle contenait. Un tuyau donnait émission immé-

diante aux gaz de la combustion. Les résultats obtenus étaient mauvais à tous les points de vue.

Un des premiers perfectionnements introduits a été de faire circuler plus longuement les gaz de la combustion dans le tuyau de fumée en renfermant celui-ci dans une capacité dans laquelle arrivait l'air froid à échauffer; le développement du tuyau ainsi que les coudes ralentissent le départ des gaz; ces coudes en assurent mieux le mélange et, par suite, garantissent une bonne combustion. C'est une disposition analogue que présente l'appareil (fig. 261) de M. Anez, architecte, qui y a introduit, comme dans les autres appareils de son système, un réservoir d'eau assurant la saturation de l'air.

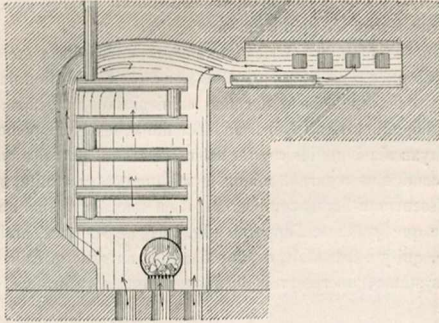
La circulation des gaz chauds peut avoir lieu dans des canaux en briques, ainsi que le comportait un appareil exposé par M. A. Byroff, à Moscou (Russie). Le croquis que nous donnons (fig. 262) du mode de circulation suffira pour le faire comprendre. La flamme, renversée après sa production, est divisée par un certain nombre de tuyaux séparés qui se rendent, en revenant sur eux-mêmes, dans une boîte à fumée. Entre ces sortes de tranches de tuyaux sont des intervalles par où circule l'air en sens inverse du mouvement des gaz.

On remarquera que dans l'appareil (fig. 261) décrit ci-dessus les mouvements des gaz de la combustion et de l'air ont lieu dans le même sens; or l'utilisation de la chaleur est plus complète quand on fait arriver l'air le plus chaud au contact des parois les plus chaudes; c'est ce que M. J. Quirin, de Genève (Suisse), a en partie réalisé dans un appareil exposé dont nous donnons les dessins (fig. 263). Les gaz chauds développés dans le foyer s'en échappent par deux tuyaux et circulent en sens inverse de l'air à échauffer. La flamme étant renversée, la combustion est plus complète. Nous ferons remarquer que le nettoyage des conduits peut s'effectuer facilement de l'extérieur au moyen de l'enlèvement de tampons mobiles qui bouchent les prolongements de ces tuyaux à travers la construction.

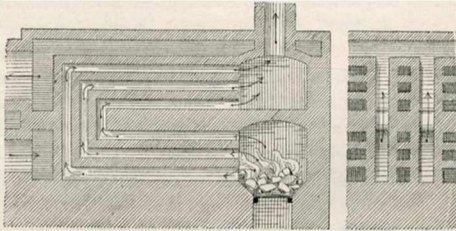
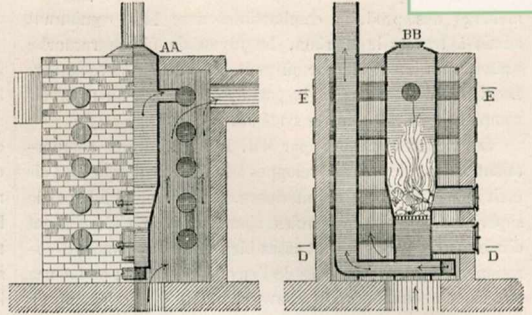
L'appareil de M. Leplant-Capet, à Arras, exposé par M. Durenne, fondeur à Paris, présente un ensemble de dispositions propres à assurer une bonne combustion, une complète utilisation de la chaleur et un chauffage hygiénique. Il se compose (fig. 264 à 269) d'une cloche servant de foyer, d'un tuyau de départ unique dans lequel les gaz achèvent leur combustion par le renversement de la flamme, de boîtes à fumée où celle-ci se répand avant de s'échapper.

La cloche et la boîte à fumée sont armées de nervures facilitant la transmission du calorique, empêchant la fonte avoisinant le foyer de rougir et laissant autant que possible à l'air ses qualités hygiéniques. Le passage du tuyau de fumée à travers le foyer assure, par un surchauffage, la combustion des gaz et un bon tirage.

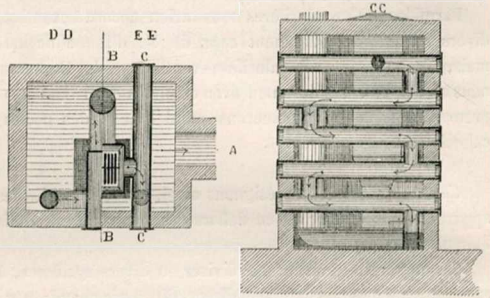
Les boîtes supérieures où se répand la fumée, indépendamment des lames qu'elles portent, sont traversées par des



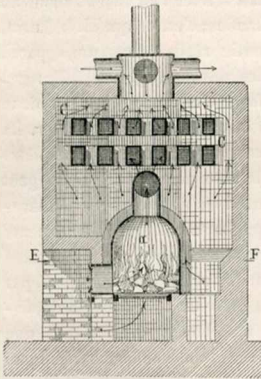
261. — Calorifère à air chaud saturé, Anetz, arch. à Meudon.



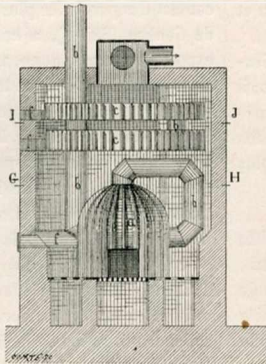
262. — Calorifère en briques, A. Byroff, à Moscou (Russie).



263. — Calorifère à flamme renversée, J. Quirin, à Genève (Suisse).



264. — Élévation, coupe AB.

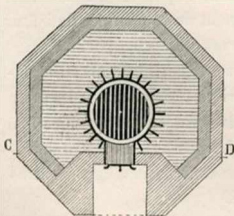


265. — Élévation, coupe CD.

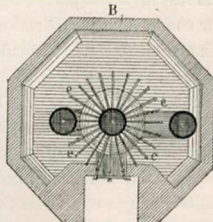
LÉGENDE

des figures 264 à 269.

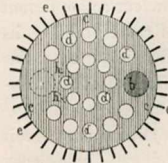
- a Cloche avec nervures.
- b Tuyau de fumée.
- c Tambours à nervures où se répand la fumée.
- d Tuyaux de passage de l'air à échauffer.
- e Nervures sur lesquelles l'air s'échauffe.
- f Tube de nettoyage.
- g Départ de l'air chaud.
- h Lame à contre-fumée.



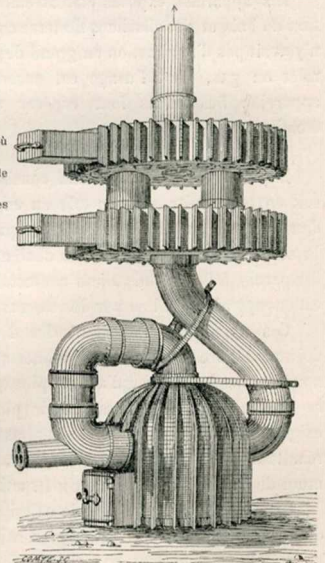
266. — Plan-coupe EF.



267. — Plan-coupe GH.



268. — Plan-coupe IJ.



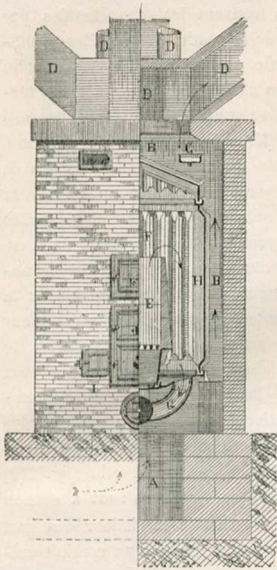
269. — Perspective de l'appareil.

Laurence Chapron, ing. arch. det.

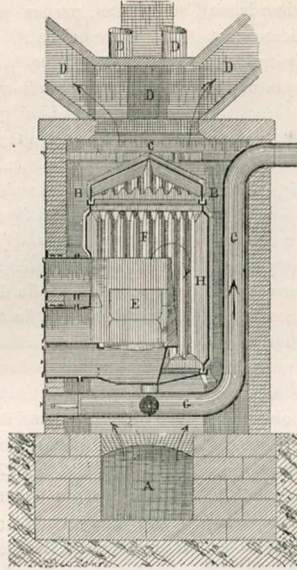
Calorifère à air chaud breveté, Leplant-Capet, à Arras. — Durenne, fondeur, exposant à Paris.

Tomasszkiewicz, arch. sc.

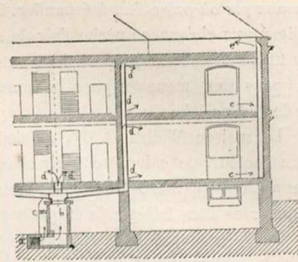
Appareils de chauffage. — Calorifères à air chaud.



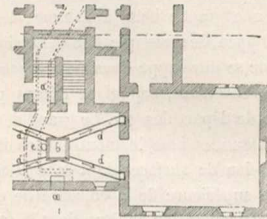
70. — Demi-élévation. Demi-coupe.



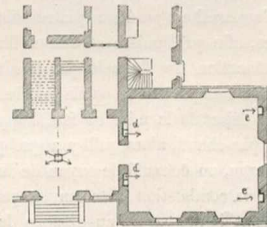
71. — Coupe longitudinale.



74. — Coupe.



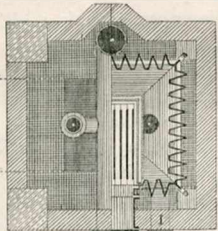
75. — Plan des caves.



76. — Plan du rez-de-chaussée.

LÉGENDE  
des figures 270 à 272.

- A Arrivée de l'air extérieur.
- B Air s'échauffant.
- C Réservoir d'évaporation.
- D Tuyaux de départ de l'air chaud.
- E Foyer.
- F Capacité à flamme et à gaz chauds.
- G Départ de la fumée.
- H Plaques cannelées transmettant la chaleur.
- I Orifices de ramonage.



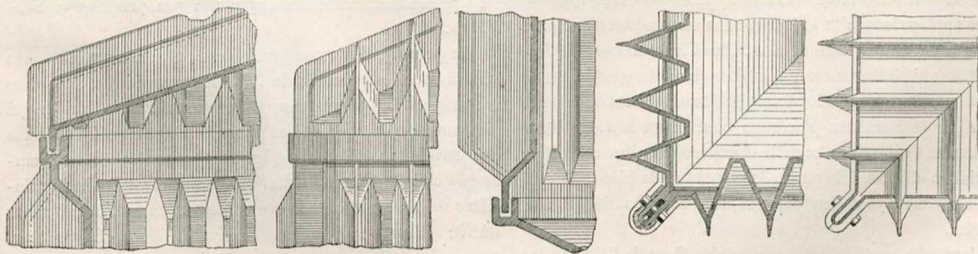
272. — Lames horizontales.

Ensemble d'un appareil à 0<sup>m</sup>,025 pour mètre.

LÉGENDE  
des figures 274 à 276.

- aa Prise d'air.
- b Calorifère.
- c Ventilateur (été).
- da Air chaud.
- ee Air vicié.

Dispositions appliquées de l'appareil à 0<sup>m</sup>,025 pour mètre.



Lawrence Chapron, ing. arch. del.

273. — Détails de l'appareil à 0<sup>m</sup>,01 pour mètre.

Tomaszkievicz, arch. sc.

Calorifère à air chaud, système L. F. Staib et C<sup>e</sup>, à Genève. (Weibel, constructeur.)

Appareils de chauffage.

tuyaux par où passe l'air à échauffer. Dans la première de ces boîtes, une cloison empêche l'air de se rendre directement au tuyau de communication placé entre ces tambours. Des tampons sont ménagés pour le ramonage du tuyau coudé et des boîtes à fumée.

La maison Weibel et C<sup>e</sup>, de Genève, exposait, comme constructeur, le calorifère à air chaud de M. L.-F. Staib. Cet appareil (fig. 270 à 276) comporte diverses dispositions énumérées dans la légende et que nous allons expliquer.

Le foyer proprement dit consiste en une construction en briques, en avant de laquelle sont les portes de chargement, celle du cendrier avec orifices d'admission, à diverses hauteurs, de l'air nécessaire à la combustion. Le foyer est isolé dans une grande boîte à flamme, à surface de chauffe très-développée, de sorte que l'on évite ainsi les parois rouges. La flamme se développe dans cette capacité, en lèche les parois en se renversant, l'appel se faisant par le bas où aboutit le tuyau de départ des gaz. Le grand développement des parois est obtenu, comme le montrent les détails, au moyen d'une succession de surfaces dont la section est en zigzag. A la partie supérieure de la capacité de chauffe sont des réservoirs d'évaporation de l'eau dont la vapeur se mélange à l'air chaud à l'entrée de l'orifice principal de distribution.

L'appareil est posé sur quatre points d'appui à ses quatre angles, afin qu'il puisse se dilater librement, sans produire la dislocation de l'enveloppe. Des tampons de ramonage sont aussi disposés à la partie inférieure.

Au début de la mise en feu, l'appareil n'étant généralement pas chaud, alors qu'il y a quelque temps qu'on n'en a fait usage, on échauffe le tuyau de fumée en y envoyant les gaz de la combustion faite sur un petit foyer spécial, placé en avant de l'appareil, au-dessous de l'entrée du cendrier. Ajoutons que les joints sont rendus étanches par l'emploi d'un mastic argileux.

L'appareil exposé, de dimensions analogues à celles accusées par l'échelle du dessin, avait 37 mètres carrés de surface de chauffe, une surface de grille de 30 décimètres carrés, et avec une consommation de 150 kilogrammes de combustible il pourrait élever 5,000 mètres cubes d'air à 15° par jour.

Nous ajoutons aux dessins de l'appareil un exemple d'une de ses applications faite à Genève dans une maison d'école.

De la boîte à air chaud partent les divers canaux de distribution qui s'élèvent en se ramifiant dans les gros murs de la construction. L'émission dans les locaux de cet air chaud a lieu par deux orifices placés en haut et en bas; les deux couches se dirigent, en se mêlant entre elles, vers un orifice d'émission disposé à la partie inférieure de la pièce, l'appel de l'air vicié ayant lieu par des conduits aboutissant aux combles.

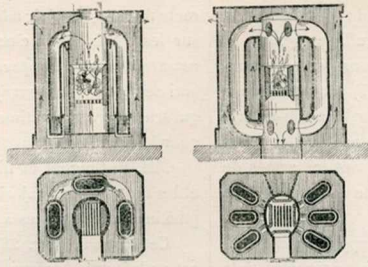
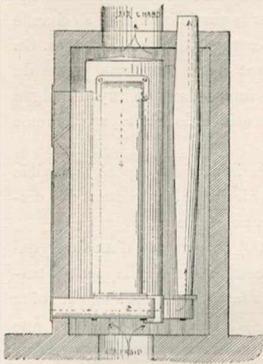
L'expérience a démontré que le chauffage de l'air sur les parois des tuyaux horizontaux s'effectuait mal; en effet, cet air, dans son mouvement ascendant, ne tend qu'à lécher les surfaces inférieures et latérales sans avoisiner les parties

supérieures, parties qui se trouvent les plus chaudes par la tendance qu'ont les gaz de la combustion à s'élever intérieurement contre la partie supérieure des parois; afin d'éviter cet inconvénient, on a fait les tuyaux de fumée verticaux, et c'est ainsi qu'ils se présentent dans des appareils exposés ou construits par M. d'Hamelinourt, ingénieur à Paris. Ainsi dans le calorifère de cave (fig. 277) les gaz de la combustion descendent, après leur production, dans deux tuyaux latéraux au foyer (il pourrait y en avoir plus dans les appareils plus grands), tuyaux qui se réunissent dans un conduit de départ unique contenu dans l'appareil sur la hauteur de celui-ci, afin de profiter autant que possible de la chaleur de ces gaz. En même temps qu'on obtient un meilleur contact de l'air à échauffer avec les parois échauffantes, le renversement de la flamme (plus complet que dans les tuyaux horizontaux) assure une meilleure combustion. M. d'Hamelinourt établit aussi des calorifères prenant place dans les pièces et disposés suivant les mêmes principes: tel est le poêle-calorifère (fig. 278) à deux tuyaux, et celui (fig. 279) à deux groupes de trois tuyaux; ceux-ci sont à section aplatie afin de faciliter l'absorption de la chaleur des gaz, et se réunissent les uns et les autres sur un conduit unique placé en arrière du foyer. Ce tuyau de départ, étant en arrière du foyer, en reçoit l'action calorifique, ce qui assure le tirage par l'élévation de la température des gaz presque au moment de leur sortie. Le foyer peut être mis, au début de la combustion, en communication directe avec les tuyaux de fumée; on obtient de cette manière une mise en feu plus rapide que si on faisait passer les gaz dans les tuyaux, alors que ces gaz ne sont encore émis qu'en petite quantité.

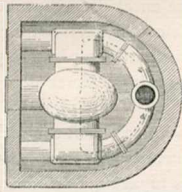
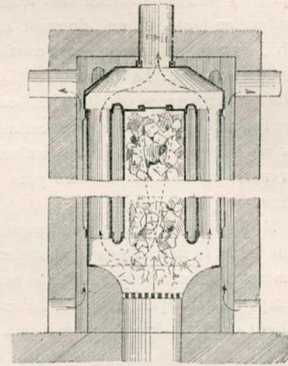
Dans les détails de construction, ces appareils sont bien étudiés, les joints sont étanches afin d'éviter le mélange des gaz asphyxiants de la combustion avec l'air à échauffer. La matière est bien répartie; en effet, plus l'action de la chaleur est grande sur les parois, plus développées sont les épaisseurs. A l'endroit du foyer même on a une doublure en terre cuite. Dans l'un de ces foyers (fig. 278) on peut remarquer que cette doublure est isolée de la paroi, ce qui permet à l'air nécessaire à la combustion de venir en même temps, et à travers le combustible se mélanger aux gaz produits pour les brûler.

Le principe de la combustion avec flamme renversée est réalisé dans les appareils de MM. Musgrave frères, dont nous avons parlé à propos des poêles-calorifères, appareils qui peuvent se placer dans les caves, où on les dispose dans une enveloppe en briques (fig. 280), constituant une chambre de chauffe pour l'air. Extérieurement les parois du calorifère sont couvertes de lames saillantes, comme nous l'avons décrit; seulement elles sont ici moins inclinées, afin que l'air, tout en les léchant, s'élève plus facilement.

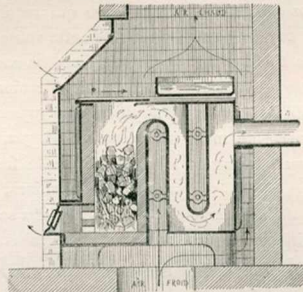
Le système de M. Gurney, que nous avons examiné, est aussi susceptible de recevoir de grandes dimensions en vue du chauffage à distance de plusieurs locaux.



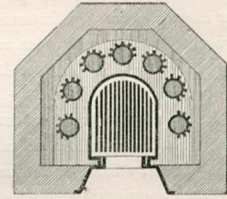
278. — Poêles-calorifères d'Hamelincourt, à Paris.



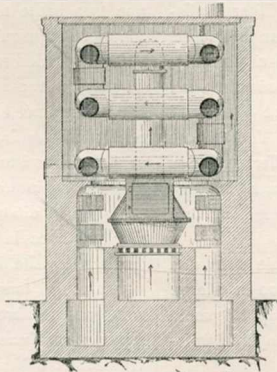
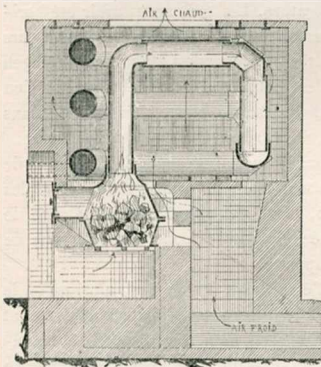
277. — Calorifère d'Hamelincourt, à Paris.



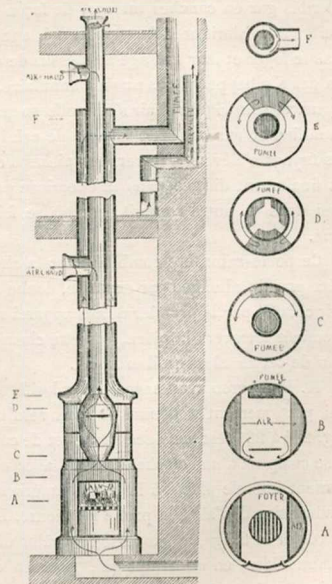
280. — Calorifère Musgrave frères, à Belfast (Irlande).



281. — Calorifère Geneste, à Paris.



282. — Calorifère Cerbelaud, à Paris.



283. — Calorifère-ventilateur Leras, à Auxerre.

Lawrence Chapron, ing., arch. del.

Calorifères à air chaud. — Échelle de 0<sup>m</sup>,025 pour mètre.

Lecante, arch. sc.

Appareils de chauffage.

M. Geneste a aussi cherché à réaliser un appareil avec lequel on puisse bénéficier des résultats du principe de la combustion lente, et qui, donnant un chauffage régulier et suivi, n'exige pas une présence continue pour régler la marche du système. La disposition (fig. 281) est analogue à celle que nous avons décrite plus haut pour le poêle-calorifère thermo-conservateur, avec cette différence que les tubes par où passent les gaz de la combustion sont ici armés de nervures, afin de transmettre plus vite le calorique à la masse d'air à échauffer.

M. Cerbelaud, à Paris, avait exposé un appareil (fig. 282) dans lequel le tuyau de circulation des gaz est unique et où la flamme est renversée peu après sa production dans le foyer. L'emploi d'un tuyau unique évite les variations qui se produisent dans le tirage quand il y a plusieurs tuyaux : car alors il arrive que ce tirage est plus ou moins actif dans les uns que dans les autres, soit par inégalité de température, soit par inégalité dans les frottements. Les nombreux coudes que présente ici l'appareil sont une cause de perte de matière quand on emploie la tôle. Des tampons sont ménagés pour le ramonage.

M. Leras, dont nous avons examiné plus haut la cheminée, exposait des modèles de calorifères-ventilateurs pour écoles, hôpitaux, etc., dans lesquels il combine le chauffage de l'air pur et son admission dans le local, avec le départ de l'air vicié. Le principe du chauffage de l'air est de faire circuler les gaz en couches minces, de façon à faciliter l'émission de son calorique ; c'est pourquoi, après leur production dans le foyer et leur passage au-dessus de celui-ci (fig. 283), ces gaz s'échappent dans un vide annulaire, laissé entre deux tuyaux concentriques ; l'air s'échauffe en passant dans celui du milieu et sur la paroi externe de celui qui l'enveloppe. Les tuyaux s'élèvent à travers les pièces à chauffer, la fumée est finalement dirigée dans la cheminée par un tuyau contenu dans un autre conduit, par où se fait l'appel de l'air vicié.

Ce poêle-calorifère combiné avec la cheminée dans une pièce grande, allongée par exemple, donne un bon chauffage ; l'air chauffé par le premier de ces appareils est appelé par la cheminée à travers la pièce, et cette cheminée opère l'émission de cet air alors qu'il est vicié.

M. Mousseron avait exposé un calorifère dit *pyrométrique* qui pratiquement a donné de bons résultats. Cet appareil (fig. 284 à 286) est peu encombrant et de construction simple. Il se compose d'une cloche en fonte, avec ouverture de chargement latérale placée à la partie supérieure, et avec orifice d'admission de l'air à la partie inférieure. Un registre permet de régler le tirage, et par suite de brûler diverses natures de combustibles, en un temps qui, pour un chargement, peut varier de dix à trente heures, c'est-à-dire qu'on peut obtenir une combustion plus ou moins active. Les gaz, avant de s'échapper, passent et se répandent dans des tambours superposés mis en communication par des tuyaux non placés

en regard les uns des autres, afin d'éviter une ascension directe de ces gaz. L'air admis par la partie inférieure s'échauffe sur les parois de la cloche, des tuyaux et des tambours. On remarquera que l'appareil étant placé dans une partie du bâtiment, on peut envoyer la fumée dans un tuyau éloigné qui traverserait ce bâtiment. On utilise alors le tuyau de fumée pour le chauffage.

MM. F. Coignet et fils, à Paris, avaient exposé le modèle et les dessins d'un calorifère à air chaud, présentant des dispositions intéressantes à divers points de vue.

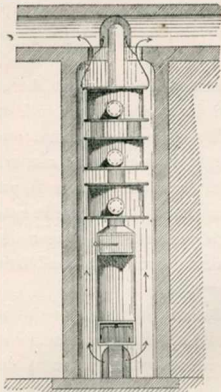
Cet appareil (fig. 287 à 290) se compose d'un foyer qui est en briques. Les gaz de la combustion s'échappent à travers des ouvertures ménagées à la construction dans la voûte supérieure qui reçoit l'action première de la flamme. Au-dessus de cette voûte sont des tubes dans lesquels passe l'air pris soit dans les caves directement, soit de l'extérieur, et alors, dans ce dernier cas, on a une enveloppe en avant de l'appareil. Les tuyaux où s'échauffe cet air, recevant la première action des gaz, ont généralement une température plus élevée qu'il ne le faut ; aussi doit-on les réserver pour les vestibules, escaliers, etc.

Ensuite les gaz se renversent horizontalement et circulent autour d'un certain nombre de tuyaux en fonte dans lesquels passe l'air admis de l'extérieur. Les tuyaux qui avoisinent le foyer sont pourvus d'un cylindre enveloppant, en terre cuite, afin d'éviter d'élever ces premiers tuyaux et par suite l'air à une trop haute température. Les gaz, après avoir été horizontalement jusqu'à l'extrémité de l'appareil, reviennent vers le foyer ; en descendant leur parcours est allongé par le moyen de cloisons transversales. Enfin le départ de la fumée a lieu par la cheminée en passant sous le foyer. L'air échauffé dans cette partie de l'appareil est réservé aux pièces habitées.

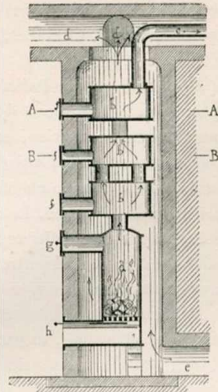
Comme construction, l'appareil présente deux natures de dispositions intéressantes ; les unes sont prises contre les effets de la dilatation, effets qui entraînent le mélange de l'air pur avec la fumée ; les autres sont prises en vue de faciliter la visite de l'appareil.

En ce qui touche l'étalement, les tuyaux, ainsi qu'on le voit, passent librement à travers trois plaques de fonte et reposent sur l'une d'elles, les joints sont disposés à recouvrement et calfeutrés au sable fin, ce qui suffit, la différence des pressions entre l'air et les gaz étant très-faible. On remarquera que la face inférieure de la plaque supérieure porte des pointes venues à la fonte, ce qui permet de la garnir de terre cuite s'opposant à l'action des gaz qui tendent à s'élever contre cette paroi.

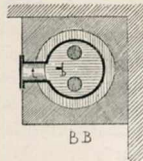
En ce qui touche la facilité de visite, les parois de l'appareil peuvent s'élever, celle du haut en la redressant ou en la faisant glisser, celle latérale en la renversant horizontalement. Cette opération se fait par parties, c'est-à-dire que ces parois sont composées d'un certain nombre d'éléments. Chacun de ces éléments est composé de briques juxtaposées, enfilées par une barre de fer aux extrémités de laquelle sont



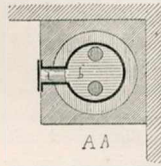
284. — Élévation de face.



285. — Coupe verticale.



BB



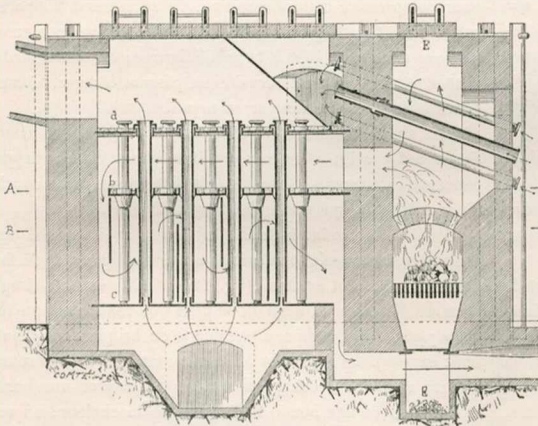
AA

LÉGENDE (fig. 284 à 286).

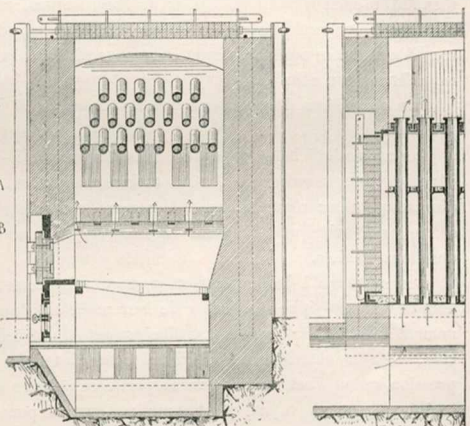
- a Cylindre en fonte du foyer.
- bbb Tambours où se répand la fumée.
- c Départ de la fumée.
- ddd Départ de l'air chaud.
- e Arrivée de l'air froid.
- fff Tampons de nettoyage.
- g Chargement.
- h Registre pour régler le tirage.

286. — Coupe horizontale.

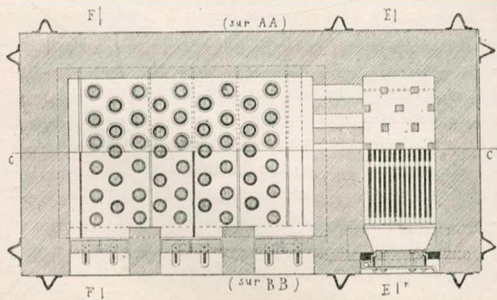
Calorifère pyrométrique Mousseron, à Paris.



287. — Élévation. Coupe sur CC.

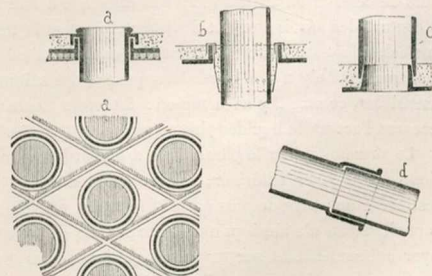


289. — Élévation. Coupes transversales (sur EE, demi sur FF).



288. — Plan-coupe (demi sur AA, demi sur BB).

Lawrence Chapron, ing., arch. del.



290. — Détails sur a, b, c, d, à 0,10 p. m.

Calorifère à tubes amovibles, à panneaux mobiles, système Coignet, à Paris.

Lecomte, arch. sc.

Calorifères à air chaud. — Échelle de 0,025 pour mètre.

Appareils de chauffage.

tuyaux par où passe l'air à échauffer. Dans la première de ces boîtes, une cloison empêche l'air de se rendre directement au tuyau de communication placé entre ces tambours. Des tampons sont ménagés pour le ramonage du tuyau coudé et des boîtes à fumée.

La maison Weibel et C<sup>o</sup>, de Genève, exposait, comme constructeur, le calorifère à air chaud de M. L.-F. Staib. Cet appareil (fig. 270 à 276) comporte diverses dispositions énumérées dans la légende et que nous allons expliquer.

Le foyer proprement dit consiste en une construction en briques, en avant de laquelle sont les portes de chargement, celle du cendrier avec orifices d'admission, à diverses hauteurs, de l'air nécessaire à la combustion. Le foyer est isolé dans une grande boîte à flamme, à surface de chauffe très-développée, de sorte que l'on évite ainsi les parois rouges. La flamme se développe dans cette capacité, en lèche les parois en se renversant, l'appel se faisant par le bas où aboutit le tuyau de départ des gaz. Le grand développement des parois est obtenu, comme le montrent les détails, au moyen d'une succession de surfaces dont la section est en zigzag. A la partie supérieure de la capacité de chauffe sont des réservoirs d'évaporation de l'eau dont la vapeur se mélange à l'air chaud à l'entrée de l'orifice principal de distribution.

L'appareil est posé sur quatre points d'appui à ses quatre angles, afin qu'il puisse se dilater librement, sans produire la dislocation de l'enveloppe. Des tampons de ramonage sont aussi disposés à la partie inférieure.

Au début de la mise en feu, l'appareil n'étant généralement pas chaud, alors qu'il y a quelque temps qu'on n'en a fait usage, on échauffe le tuyau de fumée en y envoyant les gaz de la combustion faite sur un petit foyer spécial, placé en avant de l'appareil, au-dessous de l'entrée du cendrier. Ajoutons que les joints sont rendus étanches par l'emploi d'un mastic argileux.

L'appareil exposé, de dimensions analogues à celles accusées par l'échelle du dessin, avait 37 mètres carrés de surface de chauffe, une surface de grille de 30 décimètres carrés, et avec une consommation de 150 kilogrammes de combustible il pourrait élever 5,000 mètres cubes d'air à 15° par jour.

Nous ajoutons aux dessins de l'appareil un exemple d'une de ses applications faite à Genève dans une maison d'école.

De la boîte à air chaud partent les divers canaux de distribution qui s'élèvent en se ramifiant dans les gros murs de la construction. L'émission dans les locaux de cet air chaud a lieu par deux orifices placés en haut et en bas; les deux couches se dirigent, en se mêlant entre elles, vers un orifice d'émission disposé à la partie inférieure de la pièce, l'appel de l'air vicié ayant lieu par des conduits aboutissant aux combles.

L'expérience a démontré que le chauffage de l'air sur les parois des tuyaux horizontaux s'effectuait mal; en effet, cet air, dans son mouvement ascendant, ne tend qu'à lécher les surfaces inférieures et latérales sans avoisiner les parties

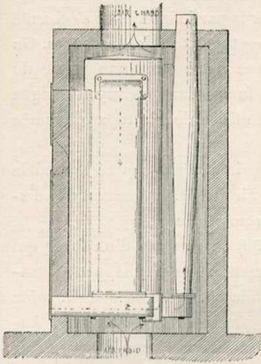
supérieures, parties qui se trouvent les plus chaudes par la tendance qu'ont les gaz de la combustion à s'élever intérieurement contre la partie supérieure des parois; afin d'éviter cet inconvénient, on a fait les tuyaux de fumée verticaux, et c'est ainsi qu'ils se présentent dans des appareils exposés ou construits par M. d'Hamelincourt, ingénieur à Paris. Ainsi dans le calorifère de cave (fig. 277) les gaz de la combustion descendent, après leur production, dans deux tuyaux latéraux au foyer (il pourrait y en avoir plus dans les appareils plus grands), tuyaux qui se réunissent dans un conduit de départ unique contenu dans l'appareil sur la hauteur de celui-ci, afin de profiter autant que possible de la chaleur de ces gaz. En même temps qu'on obtient un meilleur contact de l'air à échauffer avec les parois échauffantes, le renversement de la flamme (plus complet que dans les tuyaux horizontaux) assure une meilleure combustion. M. d'Hamelincourt établit aussi des calorifères prenant place dans les pièces et disposés suivant les mêmes principes: tel est le poêle-calorifère (fig. 278) à deux tuyaux, et celui (fig. 279) à deux groupes de trois tuyaux; ceux-ci sont à section aplatie afin de faciliter l'absorption de la chaleur des gaz, et se réunissent les uns et les autres sur un conduit unique placé en arrière du foyer. Ce tuyau de départ, étant en arrière du foyer, en reçoit l'action calorifique, ce qui assure le tirage par l'élévation de la température des gaz presque au moment de leur sortie. Le foyer peut être mis, au début de la combustion, en communication directe avec les tuyaux de fumée; on obtient de cette manière une mise en feu plus rapide que si on faisait passer les gaz dans les tuyaux, alors que ces gaz ne sont encore émis qu'en petite quantité.

Dans les détails de construction, ces appareils sont bien étudiés, les joints sont étanches afin d'éviter le mélange des gaz asphyxiants de la combustion avec l'air à échauffer. La matière est bien répartie; en effet, plus l'action de la chaleur est grande sur les parois, plus développées sont les épaisseurs. A l'endroit du foyer même on a une doublure en terre cuite. Dans l'un de ces foyers (fig. 278) on peut remarquer que cette doublure est isolée de la paroi, ce qui permet à l'air nécessaire à la combustion de venir en même temps, et à travers le combustible se mélanger aux gaz produits pour les brûler.

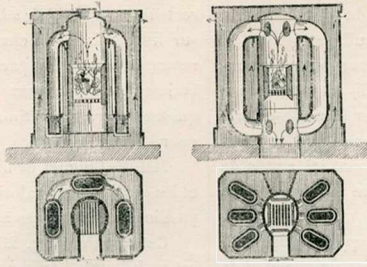
Le principe de la combustion avec flamme renversée est réalisé dans les appareils de MM. Musgrave frères, dont nous avons parlé à propos des poêles-calorifères, appareils qui peuvent se placer dans les caves, où on les dispose dans une enveloppe en briques (fig. 280), constituant une chambre de chauffe pour l'air. Extérieurement les parois du calorifère sont couvertes de lames saillantes, comme nous l'avons décrit; seulement elles sont ici moins inclinées, afin que l'air, tout en les léchant, s'élève plus facilement.

Le système de M. Gurney, que nous avons examiné, est aussi susceptible de recevoir de grandes dimensions en vue du chauffage à distance de plusieurs locaux.

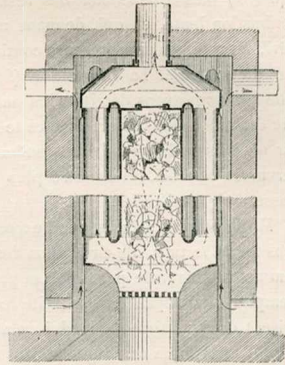




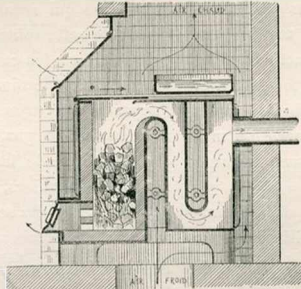
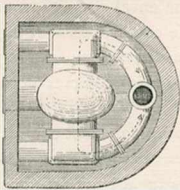
277. — Calorifère d'Hamelincourt, à Paris.



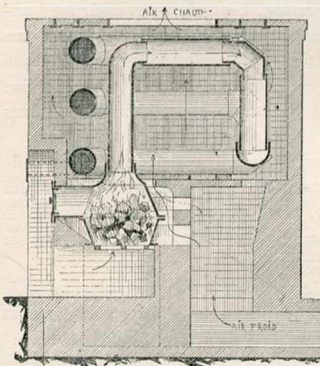
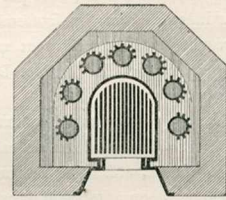
278. 279.  
 Poêles-calorifères d'Hamelincourt, à Paris.



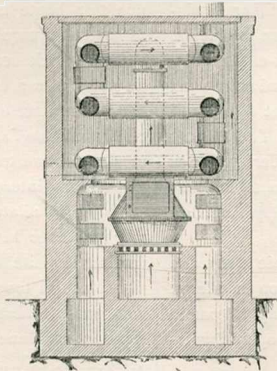
281. — Calorifère Geneste, à Paris.



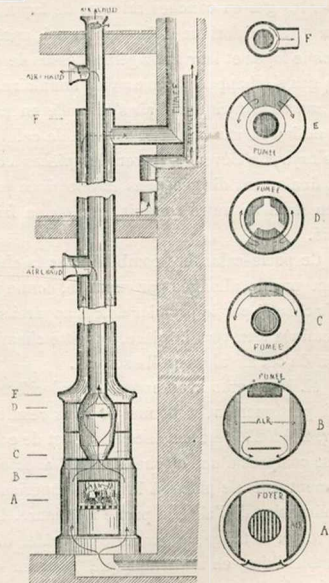
280. — Calorifère Musgrave frères, à Belfast (Irlande).



282. — Calorifère Corbelaud, à Paris.



Calorifères à air chaud. — échelle de 0<sup>m</sup>,025 pour mètre.



283. — Calorifère-ventilateur Leras, à Auxerre.

Lawrence Chapron, ing., arch. del.

Lecomte, arch. sc.

M. Geneste a aussi cherché à réaliser un appareil avec lequel on puisse bénéficier des résultats du principe de la combustion lente, et qui, donnant un chauffage régulier et suivi, n'exige pas une présence continue pour régler la marche du système. La disposition (fig. 281) est analogue à celle que nous avons décrite plus haut pour le poêle-calorifère thermo-conservateur, avec cette différence que les tubes par où passent les gaz de la combustion sont ici armés de nervures, afin de transmettre plus vite le calorique à la masse d'air à échauffer.

M. Cерблауд, à Paris, avait exposé un appareil (fig. 282) dans lequel le tuyau de circulation des gaz est unique et où la flamme est renversée peu après sa production dans le foyer. L'emploi d'un tuyau unique évite les variations qui se produisent dans le tirage quand il y a plusieurs tuyaux : car alors il arrive que ce tirage est plus ou moins actif dans les uns que dans les autres, soit par inégalité de température, soit par inégalité dans les frottements. Les nombreux coudes que présente ici l'appareil sont une cause de perte de matière quand on emploie la tôle. Des tampons sont ménagés pour le ramonage.

M. Leras, dont nous avons examiné plus haut la cheminée, exposait des modèles de calorifères-ventilateurs pour écoles, hôpitaux, etc., dans lesquels il combine le chauffage de l'air pur et son admission dans le local, avec le départ de l'air vicié. Le principe du chauffage de l'air est de faire circuler les gaz en couches minces, de façon à faciliter l'émission de son calorique; c'est pourquoi, après leur production dans le foyer et leur passage au-dessus de celui-ci (fig. 283), ces gaz s'échappent dans un vide annulaire, laissé entre deux tuyaux concentriques; l'air s'échauffe en passant dans celui du milieu et sur la paroi externe de celui qui l'enveloppe. Les tuyaux s'élèvent à travers les pièces à chauffer, la fumée est finalement dirigée dans la cheminée par un tuyau contenu dans un autre conduit, par où se fait l'appel de l'air vicié.

Ce poêle-calorifère combiné avec la cheminée dans une pièce grande, allongée par exemple, donne un bon chauffage; l'air chauffé par le premier de ces appareils est appelé par la cheminée à travers la pièce, et cette cheminée opère l'émission de cet air alors qu'il est vicié.

M. Mousseron avait exposé un calorifère dit *pyrométrique* qui pratiquement a donné de bons résultats. Cet appareil (fig. 284 à 286) est peu encombrant et de construction simple. Il se compose d'une cloche en fonte, avec ouverture de chargement latérale placée à la partie supérieure, et avec orifice d'admission de l'air à la partie inférieure. Un registre permet de régler le tirage, et par suite de brûler diverses natures de combustibles, en un temps qui, pour un chargement, peut varier de dix à trente heures, c'est-à-dire qu'on peut obtenir une combustion plus ou moins active. Les gaz, avant de s'échapper, passent et se répandent dans des tambours superposés mis en communication par des tuyaux non placés

en regard les uns des autres, afin d'éviter une ascension directe de ces gaz. L'air admis par la partie inférieure s'échauffe sur les parois de la cloche, des tuyaux et des tambours. On remarquera que l'appareil étant placé dans une partie du bâtiment, on peut envoyer la fumée dans un tuyau éloigné qui traverserait ce bâtiment. On utilise alors le tuyau de fumée pour le chauffage.

MM. F. Coignet et fils, à Paris, avaient exposé le modèle et les dessins d'un calorifère à air chaud, présentant des dispositions intéressantes à divers points de vue.

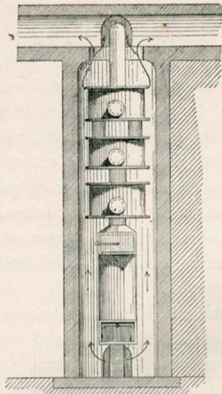
Cet appareil (fig. 287 à 290) se compose d'un foyer qui est en briques. Les gaz de la combustion s'échappent à travers des ouvertures ménagées à la construction dans la voûte supérieure qui reçoit l'action première de la flamme. Au-dessus de cette voûte sont des tubes dans lesquels passe l'air pris soit dans les caves directement, soit de l'extérieur, et alors, dans ce dernier cas, on a une enveloppe en avant de l'appareil. Les tuyaux où s'échauffe cet air, recevant la première action des gaz, ont généralement une température plus élevée qu'il ne le faut; aussi doit-on les réserver pour les vestibules, escaliers, etc.

Ensuite les gaz se renversent horizontalement et circulent autour d'un certain nombre de tuyaux en fonte dans lesquels passe l'air admis de l'extérieur. Les tuyaux qui avoisinent le foyer sont pourvus d'un cylindre enveloppant, en terre cuite, afin d'éviter d'élever ces premiers tuyaux et par suite l'air à une trop haute température. Les gaz, après avoir été horizontalement jusqu'à l'extrémité de l'appareil, reviennent vers le foyer; en descendant leur parcours est allongé par le moyen de cloisons transversales. Enfin le départ de la fumée a lieu par la cheminée en passant sous le foyer. L'air échauffé dans cette partie de l'appareil est réservé aux pièces habitées.

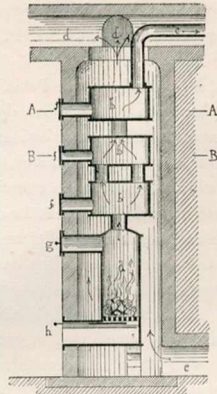
Comme construction, l'appareil présente deux natures de dispositions intéressantes; les unes sont prises contre les effets de la dilatation, effets qui entraînent le mélange de l'air pur avec la fumée; les autres sont prises en vue de faciliter la visite de l'appareil.

En ce qui touche l'étanchéité, les tuyaux, ainsi qu'on le voit, passent librement à travers trois plaques de fonte et reposent sur l'une d'elles, les joints sont disposés à recouvrement et calfeutrés au sable fin, ce qui suffit, la différence des pressions entre l'air et les gaz étant très-faible. On remarquera que la face inférieure de la plaque supérieure porte des pointes venues à la fonte, ce qui permet de la garnir de terre cuite s'opposant à l'action des gaz qui tendent à s'élever contre cette paroi.

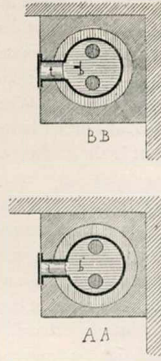
En ce qui touche la facilité de visite, les parois de l'appareil peuvent s'enlever, celle du haut en la redressant ou en la faisant glisser, celle latérale en la renversant horizontalement. Cette opération se fait par parties, c'est-à-dire que ces parois sont composées d'un certain nombre d'éléments. Chacun de ces éléments est composé de briques juxtaposées, enfilées par une barre de fer aux extrémités de laquelle sont



284. — Élévation de face.



285. — Coupe verticale.

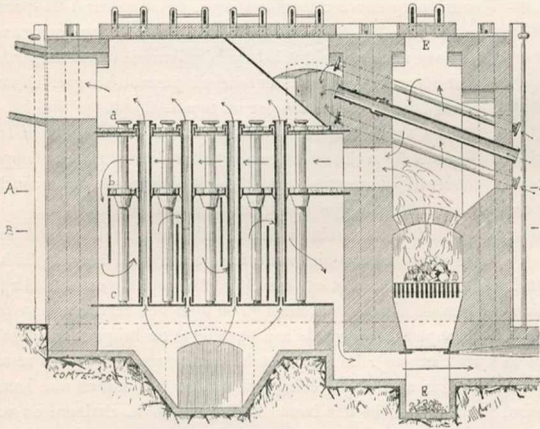


286. — Coupe horizontale.

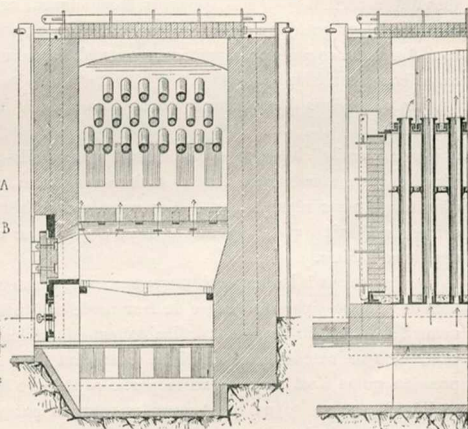
Calorifère pyrométrique Mousseron, à Paris.

LÉGENDE (fig. 284 à 286).

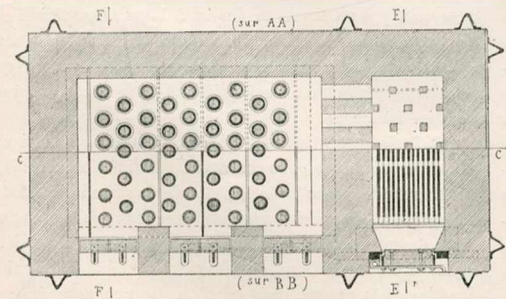
- a Cylindre en fonte du foyer.
- bb Tambours où se répand la fumée.
- c Départ de la fumée.
- ddd Départ de l'air chaud.
- e Arrivée de l'air froid.
- fff Tampons de nettoyage.
- g Chargement.
- h Registre pour régler le tirage.



287. — Élévation. Coupe sur CC.

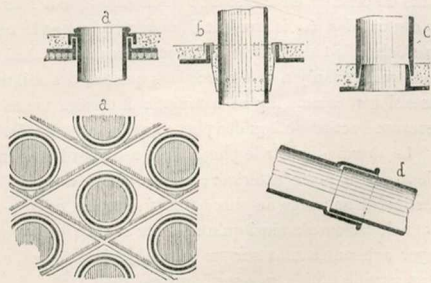


288. — Élévation. Coupes transversales (sur EE, demi sur FF).



288. — Plan-coupe (demi sur AA, demi sur BB).

Lawrence Chapron, ing., arch. del.



290. — Détails sur a, b, c, d, à 0m,10 p. m.

Lecomte, arch. sc.

Calorifère à tubes amovibles, à panneaux mobiles, système Coignet, à Paris.

Calorifères à air chaud. — Échelle de 0m,025 pour mètre.

Appareils de chauffage.

des clavettes opérant un serrage; la flexion est empêchée au moyen d'une barre méplate mise de champ et reliée à la première par d'autres fers. Ces éléments sont groupés deux à deux, et peuvent être facilement enlevés par deux hommes. Ce système de calorifères peut être simplifié pour le chauffage de petits locaux en plaçant le foyer plus bas et en faisant circuler la flamme par mouvement ascendant tout en la renversant. On obtient ainsi plus facilement le tirage dans les petits appareils.

Telles sont les dispositions en usage pour le chauffage par les calorifères dits à air chaud; les dernières que nous venons de décrire ne sont pas les plus répandues, et on en est encore trop souvent dans l'application au système à cloche avec tubes, sans rechercher ni le renversement de la flamme, ni la circulation en sens inverse des gaz échauffants et à échauffer, ni les moyens de transmission au travers de parois développées. La réalisation de ces diverses conditions donne aux calorifères à air chaud des qualités qui en font jusqu'à un certain point des appareils économiques, ce qui fait passer sur quelques inconvénients dont nous apprécierons l'importance après l'examen que nous allons faire des calorifères à eau chaude.

*Les calorifères à eau chaude* sont à basse ou à haute pression.

Les appareils à basse pression, dans lesquels celle-ci ne dépasse pas généralement deux à trois atmosphères, sont d'un usage assez répandu, aussi bien pour le chauffage des serres, qui exige une température douce, que pour celui des lieux habités.

Les systèmes à basse pression portent vulgairement le nom de thermo-siphons, à cause de leur mode de fonctionnement; en effet, ils consistent ordinairement en un récipient clos, à foyer extérieur ou intérieur, contenant l'eau à la pression qu'on s'est donnée; de la partie supérieure de ce récipient part un tuyau qui, après un certain parcours, revient y aboutir dans la partie inférieure. De la sorte, l'eau circule dans ce tuyau, et après s'être refroidie dans le parcours de celui-ci en abandonnant son calorique à l'air admis au contact des parois, revient dans le récipient et le traverse en s'échauffant de nouveau. La même eau sert ainsi continuellement; il n'y a de déperditions que par des suintements insensibles, comme il y en a toujours à travers toutes parois recevant l'action de liquides plus ou moins comprimés.

Le thermo-siphon le plus simple a d'abord été un récipient clos à foyer extérieur; mais c'est là une disposition destinée à un usage de plus en plus restreint et très-exceptionnel, car on n'a ainsi qu'une petite surface de chauffe, le foyer agissant autant sur ses parois périmétriques, et alors sans grande utilité, que sur l'appareil même.

On a ensuite employé des foyers intérieurs, comme on l'a fait pour les chaudières de machines; la disposition consiste en deux enveloppes concentriques entre lesquelles est contenue l'eau; dans l'enveloppe intérieure se place le foyer.

C'est dans cet ordre d'idées qu'étaient conçus exposés par MM. Chevalier, Gervais, de Paris; Jusseaume, de Nantes.

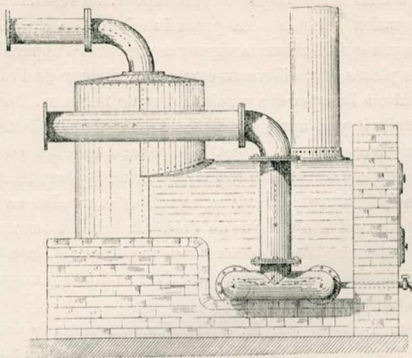
M. Cербelaud, de Paris, avait à l'Exposition un thermo-siphon (fig. 291) disposé d'une façon analogue à celle que nous venons de décrire, et dans lequel la flamme, après avoir agi sur la paroi qui entoure le foyer, était renversée par l'appel fait par la cheminée, et venait chauffer la paroi extérieure de l'appareil. Le chargement s'opère par le centre de l'appareil. Des petits regards permettent de juger de la marche du feu et d'admettre l'air nécessaire à la combustion. Une ouverture est ménagée pour enlever la suie.

M. Cербelaud avait exposé aussi un autre thermo-siphon à quadruple enveloppe, et par suite à plus grande surface de chauffe. Dans cet appareil, l'eau est contenue entre deux zones annulaires, séparées par un intervalle où circulent les gaz de la combustion, après avoir agi sur la paroi du foyer, et avant d'agir sur la paroi extérieure de l'appareil. Il suffira, pour comprendre cette disposition, de supposer à l'appareil représenté (fig. 291) une autre double enveloppe contenant de l'eau et concentrique à la partie figurée; ces deux parties sont séparées par un intervalle où passent les gaz, et sont mises en communication par un tuyau.

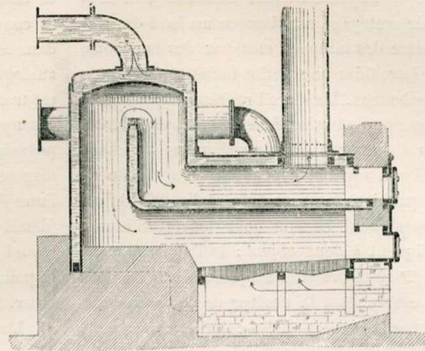
Les thermo-siphons ont affecté aussi la forme de chaudières à foyer intérieur, consistant toujours en enveloppes concentriques entre lesquelles est interposée une couche d'eau mince, ce qui en facilite l'échauffement.

M. Ch. Delacroix, à Gand (Belgique), avait exposé une chaudière thermo-siphon destinée au jardin d'hiver du Casino de cette ville. Cet appareil (fig. 292 à 295) est très-simple dans ses dispositions, ainsi qu'on peut s'en rendre compte (on l'a supposé dégagé de son enveloppe en briques, ainsi qu'il était exposé). Le foyer est à flamme renversée et à retour de gaz avant leur échappement, ce qui assure une bonne combustion et une bonne utilisation de la chaleur; on voit que les jonctions des tôles se font simplement sur une barre de fer avec laquelle elles sont rivées; enfin, on peut remarquer qu'il y a un tuyau de départ à la partie supérieure et deux tuyaux de retour latéraux aboutissant, chacun par deux orifices, à la partie inférieure. Des robinets de purge, que l'on ouvre, permettent d'enlever l'eau (plus dense) chargée de corps étrangers.

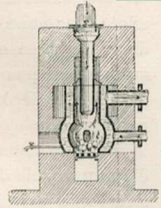
M. Rocleus, de Gand (Belgique), avait exposé aussi une chaudière thermo-siphon brevetée, destinée au chauffage des serres, des lieux habités, etc. Cet appareil (fig. 296 à 298) présente de grandes analogies avec le précédent, comme mode de construction et comme disposition; il y a aussi un tuyau de départ de l'eau, se bifurquant au début (c'était ainsi dans le dessin exposé, mais ce n'est pas une nécessité); la rentrée de cette eau a lieu par deux orifices. Le mode de circulation est ici un peu modifié et plus développé que dans l'appareil décrit ci-dessus; la flamme est renversée peu après le foyer, et le retour des gaz a lieu par un courant entourant



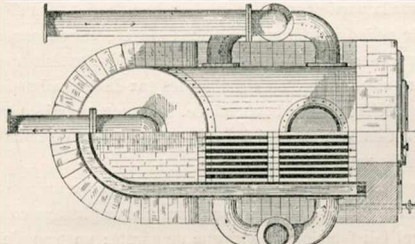
292. — Élévation latérale.



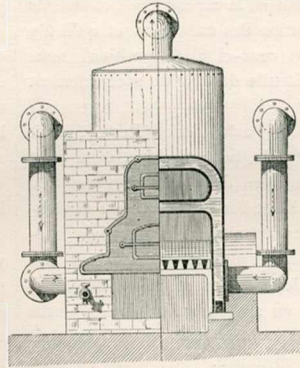
294. — Coupe longitudinale.



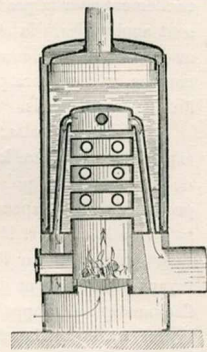
291. — Thermo-siphon de M. Cerbelaud, à Paris.



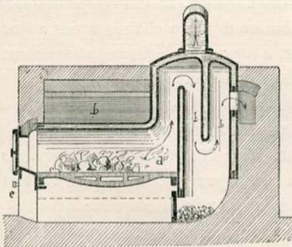
293. — Demi-plan et demi-coupe horizontale.



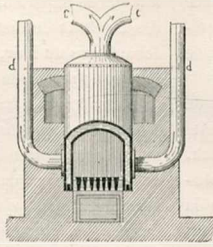
295. — Demi-élévation et demi-coupe transversale. Thermo-siphon de M. Ch. Delacroix, à Gand (Belgique).



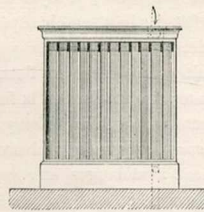
296. — Chaudière à vapeur de Schmalz (Hesse).



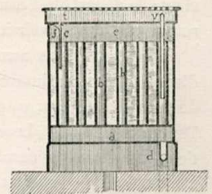
296. — Élévation. Coupe longitudinale.



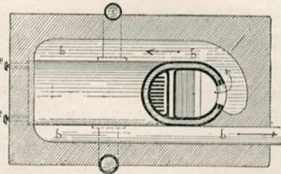
298. — Élévation. Coupe transversale.



300. — Élévation.



302. — Coupe.

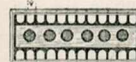


297. — Plan coupe. Thermo-siphon breveté de M. Désiré Rouleux, à Gand (Belgique).

Lawrence Chapron, ing., arch. del.

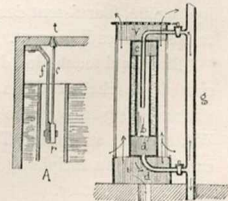
LÉGENDE (fig. 296 à 298).

- a Foyer.
- b Canaux à fumée.
- c Départ de l'eau.
- d Retour de l'eau.
- e Bouchon de purge.



301. — Coupe horizontale.

Calorifère à vapeur de MM. Sulzer frères (Suisse).



303. — Coupe transversale.

Lesointe, arch. sc.

la paroi extérieure de l'appareil avant d'aboutir à la cheminée. Une porte de nettoyage est disposée au fond du cendrier; il y a en outre des tampons clos par des bouchons, qu'on enlève pour introduire une petite raclette permettant d'enlever les dépôts boueux. L'appareil représenté peut comporter un développement de tuyaux de 1,000 mètres environ.

Il n'y avait pas à l'Exposition des spécimens de chaudières pour calorifères à vapeur; cependant, il est utile de signaler ici des dispositions propres à la réalisation de ces appareils. Ces dispositions, comme pour les calorifères à eau chaude, s'appliquent à deux objets : 1° l'appareil où se produit la vapeur; 2° le tuyau ou les systèmes sur lesquels l'air s'échauffe, en empruntant la chaleur de cette vapeur.

En ce qui concerne la réalisation des calorifères à vapeur, on peut employer des chaudières tubulaires multipliant les surfaces de chauffe; ces appareils sont surtout usités industriellement pour la production de la vapeur, mais comme ils sont applicables à la réalisation des calorifères et qu'il n'y avait pas de spécimens de ceux-ci à l'Exposition, nous croyons qu'il ne sera pas inutile de décrire succinctement l'un de ces appareils.

Ainsi M. Schmaltz, d'Offenbach, Bade (Hesse), avait exposé une chaudière locomobile, pour machine, de la force de trois chevaux, présentant des dispositions propres à la production de la vapeur et à une bonne combustion et utilisation de la chaleur. L'appareil était (fig. 299) à foyer intérieur enveloppé par l'eau à vaporiser, traversé par des tuyaux se croisant et que les flammes pouvaient entourer; flammes qui s'échappaient en se renversant dans d'autres tuyaux traversant la chaudière et aboutissant à un conduit commun qui se rendait à la cheminée.

La maison Laury-Jahan exposait un calorifère à eau chaude consistant en deux réservoirs, superposés à distance et mis en communication par des tubes; le foyer était extérieur; le départ de l'eau se fait par le réservoir supérieur, le retour par le réservoir inférieur.

Nous renvoyons aux traités spéciaux pour l'examen de diverses solutions intéressantes se rattachant à la fumivortité des gaz des foyers, et présentées par MM. Thierry, Turck, Tenbrinck, Bonnet, Leroy, sous le nom de fumivores; solutions consistant généralement à mélanger aux gaz de la combustion, de l'eau ou de la vapeur, ou les deux, injectées en éléments divisés, et qui, se décomposant en oxygène et hydrogène, fournissent des aliments à la combustion en même temps qu'elles l'assurent.

En ce qui touche les dispositions relatives à la transmission de la chaleur de la vapeur à l'air à chauffer, nous n'avons à signaler que le système de MM. Sulzer frères, à Winterthur, canton de Thurgovie (Suisse). La disposition consiste en un récipient (fig. 300 à 303) que l'on place dans la pièce à chauffer.

La vapeur arrive à la partie supérieure en *v* et se répand entre *a* et *e* en chauffant de l'eau entourant un certain nombre

de tubes *b* dans lesquels passe cette vapeur. Le résultat de la condensation s'écoule à la partie inférieure en *d*, puis dans le tuyau qui distribue la vapeur à une série d'appareils analogues placés aux différents étages. La chaleur de l'eau est transmise à l'air par des parois armées de nervures. Dans ces appareils il y a, après condensation, de l'air qu'il faut pouvoir chasser quand on admet la vapeur; à cet effet, on a disposé ici un obturateur *t* automatique formé de deux tiges, l'une *f* en fer, l'autre *c* en cuivre, et reliées entre elles en *r* (détail A); quand il n'y a que de l'air, l'orifice est ouvert; quand la vapeur arrive, les deux tiges échauffées se dilatent, le point *r* descend, mais, comme le cuivre se dilate plus que le fer, l'obturation se fait.

L'appareil exposé par M. d'Hamelincourt, sous le nom d'hydro-calorifère, est à basse pression et se compose (fig. 304 et 305) de deux récipients, afin que si l'un d'eux est en réparation, l'autre puisse fonctionner. Chacun de ces récipients est composé de deux cylindres verticaux concentriques; dans la partie annulaire est contenue l'eau à chauffer, et dans le cylindre intérieur on place le foyer; une enveloppe en construction de briques entoure le cylindre extérieur en laissant un espace libre où circulent les gaz de la combustion avant de s'échapper par la cheminée. Dans cette partie, l'enveloppe est en briques choisies en vue de l'action de la chaleur qu'elles ont à supporter.

Les récipients sont mis en communication avec un réservoir d'eau (fig. 309) qui assure toujours un remplissage complet et qui fait fonction de soupape de sûreté; un trop plein empêchant le niveau de s'élever, il en résulte que la pression due à la colonne d'eau ne dépasse jamais le maximum que l'on s'est fixé. Dans le cas où il y a production de vapeur d'eau, celle-ci peut s'échapper par un conduit aboutissant à la partie supérieure des combles. De ces récipients partent des conduits de distribution de l'eau chaude à des appareils échauffeurs de l'air, et, à la partie inférieure, aboutissent les tuyaux de retour de l'eau refroidie.

Les appareils échauffeurs de l'air (fig. 306 et 307) consistent en des cylindres à travers lesquels l'eau passe par mouvement descendant. L'air s'échauffe et sur les parois de ces cylindres et dans des tuyaux armés intérieurement de nervures, tuyaux qui traversent l'eau contenue dans les cylindres. Les bases et les tuyaux du système sont en fonte; l'enveloppe est en tôle. Cet appareil se place dans les caves au droit de conduits qui reçoivent l'air froid à leur partie inférieure et envoient l'air échauffé aux divers étages.

Nous présentons (fig. 308 et 309) l'ensemble d'une application du système au chauffage des nouveaux bureaux de l'administration du chemin de fer de Lyon, boulevard Mazas, à Paris. Le plan (fig. 308) présente un double groupe de deux chaudières occupant une position centrale; de chacun de ces groupes partent les tuyaux de distribution principaux d'eau chaude, sur lesquels se greffent les branchements aboutissant aux échauffeurs; l'eau, ayant traversé ces

échauffeurs, revient par d'autres branchements dans les tuyaux de retour principaux qui reviennent aux chaudières.

La coupe (fig. 309) montre d'une façon plus complète toutes ces dispositions. On voit que l'air chaud s'élève dans les conduits qui le distribuent jusqu'aux étages et dans les pièces où cet air est admis par un orifice placé près des plafonds. Chacun des tuyaux distributeurs de l'air pur s'arrête pour cet objet à l'étage auquel il est destiné, mais on le prolonge en vue de l'émission de l'air vicié de l'étage situé au-dessus; cet air s'échappe par un orifice placé près du plancher de la pièce. Les divers conduits aboutissent aux combles d'où l'air est appelé par une lanterne d'évacuation. Dans le cas où l'on est exposé à avoir des gaz légers, tels que celui de l'éclairage, qui s'échapperaient difficilement par le bas des pièces, on ouvre un autre orifice placé près du plafond, et on admet alors l'air chaud par un orifice placé près du plancher; on peut renverser ainsi transitoirement la circulation d'entrée de l'air pur et de sortie de l'air vicié.

En employant des appareils à basse pression avec réservoir faisant fonction de soupape de sûreté, tout en maintenant cette pression, le constructeur s'est proposé d'écartier tout danger d'explosion, et il y est ainsi parvenu. Si donc on a affaire à un chauffeur négligent, on est à l'abri de tout danger. La disposition des chaudières est telle, qu'on obtient une bonne combustion, une utilisation pratique des plus complètes de la chaleur, et, comme on n'a pas besoin de foyers très-ardents et que l'enveloppe est constamment rafraîchie par l'arrivée de l'eau, la conservation des tôles est assurée. En plaçant les tuyaux et les échauffeurs dans les caves, que l'on utilise ainsi et que l'on assainit, on évite l'accroissement de pression dû à la hauteur de colonnes d'eau ascendantes et, par suite, l'augmentation de section et les longs circuits des tuyaux dans les étages; on fait plus facilement les réparations, et une rupture, une fuite quelconque, sont sans grand inconvénient, attendu la position occupée par les appareils.

L'ensemble du système est, par certains côtés, un peu plus coûteux que d'autres; mais la certitude d'une conservation prolongée, de l'absence de tout danger, de la rareté des réparations et d'une économie de combustible, compense et au delà cette plus-value dans l'installation.

L'appareil dont nous venons de faire l'examen est à très-basse pression; il n'y en avait pas d'exposés à pression moyenne, telles que 4, 5, 6 atmosphères, et qui, on le sait, ont donné lieu dans la pratique à quelques accidents. Toutefois il ne faudrait pas croire qu'on ne puisse employer l'eau à de moyennes et même à de très-hautes pressions, ainsi que nous allons le voir.

C'est de 1825 à 1830 que Perkins, ingénieur anglais, fit les premiers essais de chauffage à très-haute pression; divers établissements considérables ont été chauffés dans de bonnes conditions depuis cette époque, en Angleterre, puis en Allemagne, et enfin en France, où M. Gandillot aîné intro-

duisit le système qui fut perfectionné dans la suite par M. Ch. Gallibour.

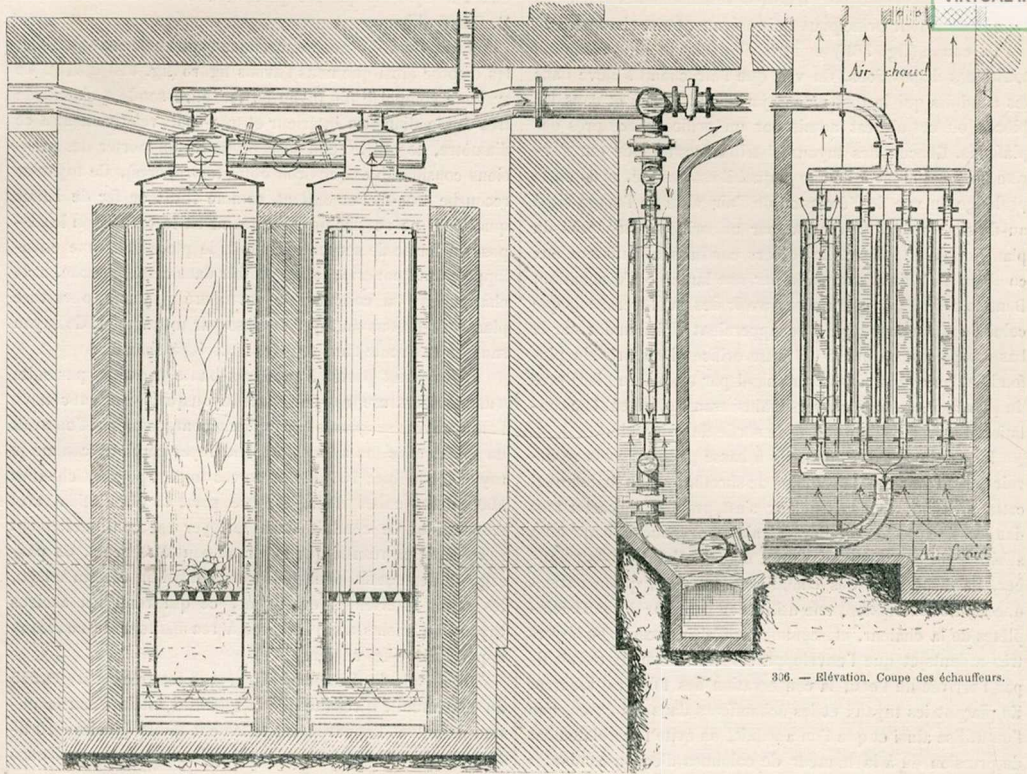
M. Ch. Gandillot, exposant, constructeur de ces appareils, les dispose ainsi que nous l'avons figuré (fig. 310 à 313). Le système comporte un tuyau en fer étiré soudé à chaud, de très-faible diamètre intérieur et très-épais relativement à ce diamètre, ce qui le rend susceptible de supporter des pressions considérables (environ 500 atmosphères). Ce tuyau se recourbe très-facilement, et, comme il est en fer de bonne qualité, il ne se déchire pas quand on le coude; on le dispose en forme de serpent S et on le place dans une enveloppe en maçonnerie; le feu est fait dans cette capacité, et le chargement du combustible est opéré par une ouverture placée au-dessus du foyer et close par un tampon. Ce tuyau sans fin *tt* circule dans tous les endroits à chauffer.

L'eau étant portée à une très-haute pression, par suite à une température très-élevée, le tuyau qui la contient chauffe l'air à travers ses parois par rayonnement, comme si l'on avait un foyer, et ici on a une sorte de foyer continu, comme le tuyau lui-même; 100 mètres de ces tuyaux peuvent chauffer 400 mètres cubes d'air. D'autre part, la circulation étant très-rapide, le conduit dans le foyer est continuellement refroidi, il en résulte que le fer ne peut être brûlé. Ce passage de l'eau suffit pour polir, au bout d'un certain temps, les parois intérieures du tuyau, ce qui rend les anciens tuyaux au moins aussi propres à reconstituer de nouveaux appareils que les anciens.

De ce que le diamètre des tuyaux est très-petit (0<sup>m</sup>.015 au maximum), il résulte que la quantité totale d'eau contenue dans tout l'appareil est tellement faible (environ 20 litres pour 100 mètres de tuyaux) qu'une rupture serait sans inconvénient.

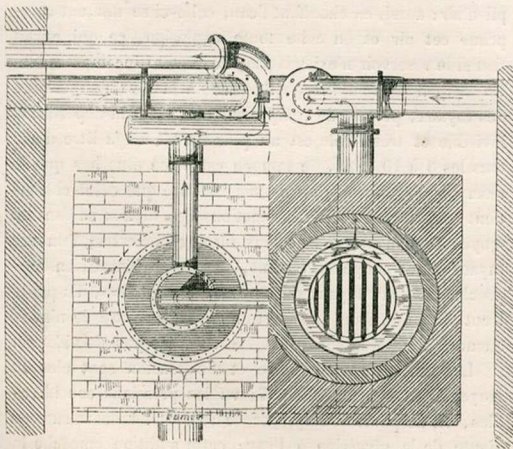
Le système se complète d'un tube dit d'expansion E rempli d'air; aussi, en chauffant l'eau, celle-ci se dilate comprime cet air et on évite toute explosion, ce qui aurait lieu si le réservoir n'existait pas, l'eau étant incompressible. Un tampon de remplissage R, placé à la partie supérieure des tuyaux, permet de remplacer l'eau, dont la déperdition invisible et très-faible est au plus de 1/4 à 1/2 litre d'eau tous les 8 à 10 jours. Ce tampon est placé plus bas que le réservoir d'expansion; on est ainsi assuré que celui-ci contient toujours de l'air. Les jonctions des tuyaux se font au moyen d'un manchon B à deux filetages inverses; l'un des tuyaux étant coupé carrément, l'autre en biseau, on rapproche les deux tuyaux en tournant le manchon, ils pénètrent alors l'un dans l'autre et on est ainsi assuré de n'avoir aucune fuite. Ajoutons qu'en V est un tampon de vidange.

Les tubes de remplissage et d'expansion sont clos au moyen d'un bouchon fileté T; vu les pressions considérables, on ne pourrait employer de robinets. Le constructeur ajoute de la glycérine à l'eau; cette addition empêche la congélation qui peut se produire dans des cas spéciaux. On remarquera que les tuyaux étant petits, on peut les établir



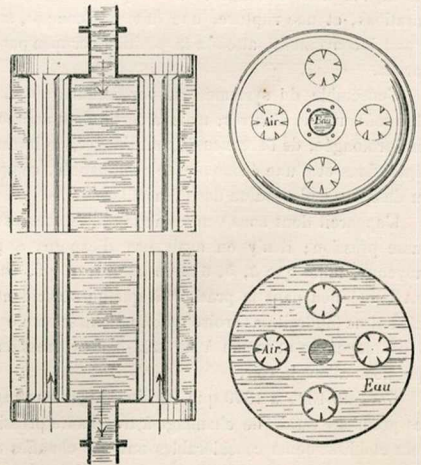
336. — Élévation. Coupe des échauffeurs.

304. — Élévation. Coupe des chaudières.



305. — Demi-plan en dessus et demi-plan coupe des chaudières.

Laurence Chapron, *ing., arch. del.*



307. — Détails d'un échauffeur à 0<sup>m</sup>,01 p. m.

Hydro-calorifère de M. d'Hamelincoart, ingénieur-constructeur à Paris.

Calorifères à eau chaude. — Échelle de 0<sup>m</sup>,025 pour mètre.  
Appareils de chauffage.

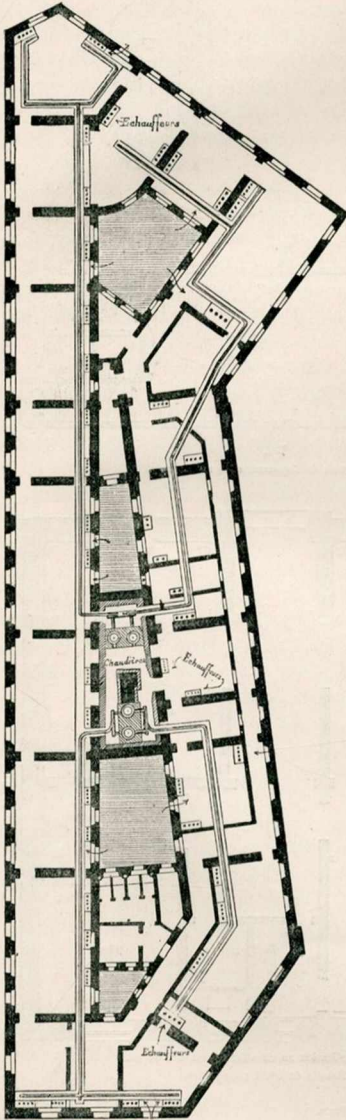
P. Lorain, *arch. sc.*



Appareils de chauffage.

Hydro-calorifère de M. d'Hamelincourt, ingénieur-constructeur à Paris.

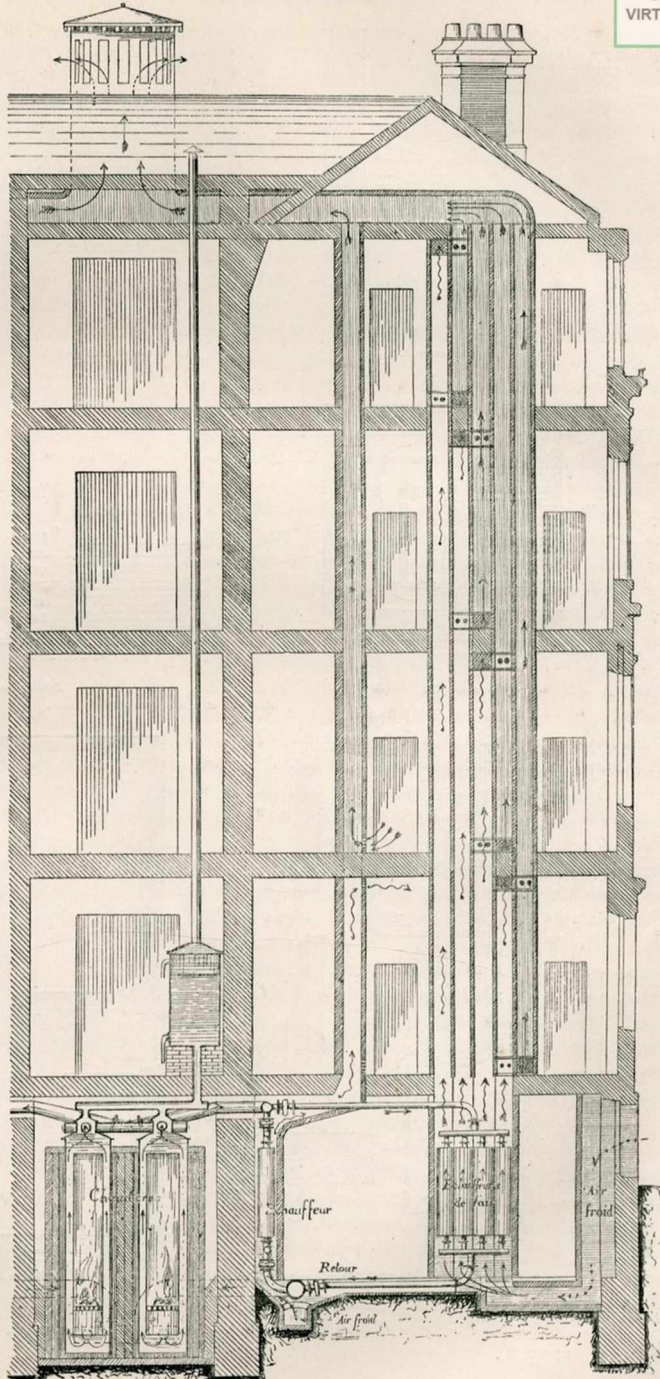
Application au chauffage des bureaux de la compagnie des chemins de fer de Lyon, à Paris, boulevard Mazas.



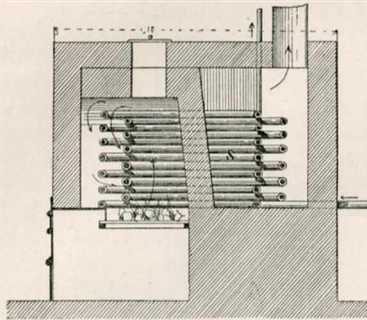
308. — Plan à 0<sup>m</sup>,0025 pour mètre.

Lawrence Chapron, ing. arch. del.

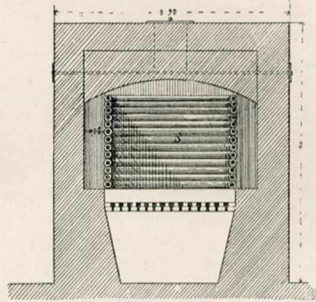
Lorain, arch. sc.



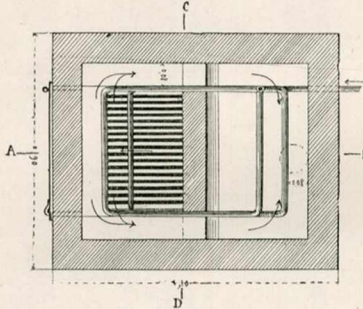
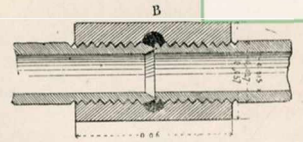
309. — Demi-élévation, coupe à 0<sup>m</sup>,01 pour mètre.



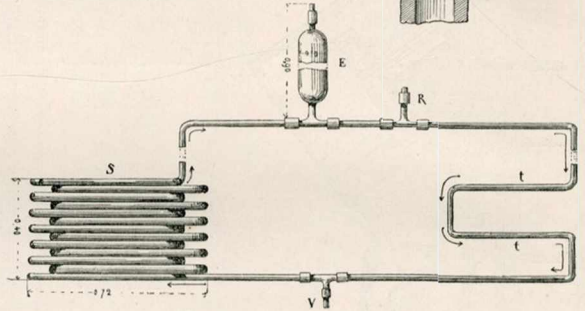
310. — Élévation-coupe AB.



312. — Élévation-coupe CD.

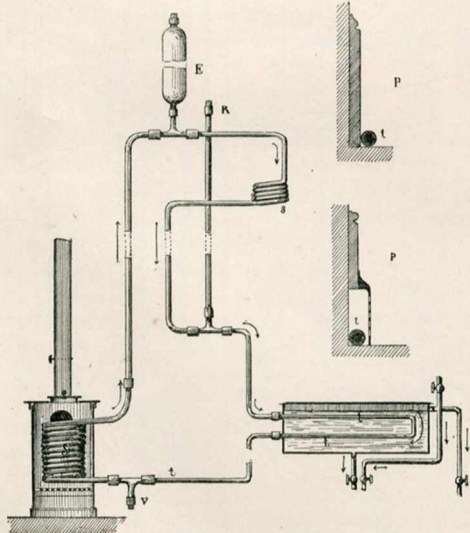


311. — Plan-coupe EF.



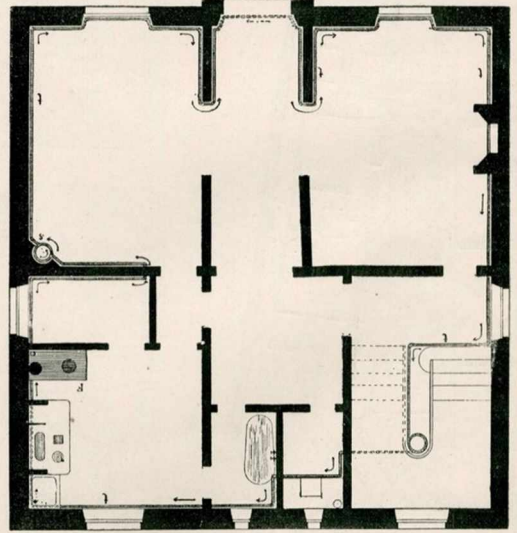
313. — Ensemble de l'appareil sans maçonnerie.

Ensemble et détails d'un grand appareil.



314. — Petit appareil pour chauffer de 200 à 250 mètres cubes d'air.  
Échelle de 0<sup>m</sup>,05 pour mètre.

Laurence Chapron, ing. arch. del.



315. — Application au chauffage d'une habitation.  
Échelle de 0<sup>m</sup>,01 pour mètre.

Lecomte, arch. sc.

Calorifères à eau chaude à haute pression de M. Ch. Gandillot, à Paris.

Appareils de chauffage.

facilement sans détériorer les constructions. Comme dans tous les appareils à eau chaude, l'air est échauffé sans être altéré. On est aussi à l'abri des incendies et des explosions; ainsi, par exemple, on a observé que dans des séchoirs à poudre fulminante celle-ci peut être placée sans inconvénient presque sur les tuyaux; on a même, à titre d'expérience, arrêté la circulation de l'eau, ce qui détermine des pressions excessives, alors il y a bien rupture, mais sans nul autre dégât; ce résultat doit être attribué au bon mode de fabrication des tuyaux et à la présence de la faible quantité d'eau qui les remplit. Cette faible quantité met à l'abri de toute inondation; les épreuves faites à plus haute pression que celles de marche ordinaire de l'appareil donnent d'autre part toutes garanties. Une rupture se répare d'ailleurs très-facilement. La facilité qu'on a de faire passer les tuyaux où l'on veut, de les replier sur eux-mêmes, permet donc de chauffer plus ou moins et à volonté les diverses parties d'un local. Ainsi que nous l'indiquons (fig. 314), un poêle-calorifère du système peut chauffer de 200 à 250 mètres cubes d'air; on dispose des serpentins dans certaines pièces, ou bien on fait passer les tuyaux dans des réservoirs à eau pour cuisine, ou bains, etc. Au point de vue de la consommation, 5 kil. 50 gr. de charbon par jour suffisent pour chauffer à 15 degrés un espace de 100 mètres cubes se renouvelant; la dépense d'établissement est donc rapidement amortie. On peut, dans certains cas, appliquer le gaz au chauffage de ces appareils.

Nous donnons (fig. 315) un exemple d'application de ce système au chauffage du rez-de-chaussée d'une maison. Pour chauffer un appartement comportant : salon, deux chambres à coucher, salle à manger, dégagements, la dépense peut s'élever à 700 francs; mais, pour de grandes installations, la dépense est relativement bien moindre. Les tuyaux peuvent circuler, soit devant, soit au-dessous des plinthes, comme on le voit en P et p; on peut alors les masquer par une petite grille continue, à jour, laissant passer le calorique. Ajoutons que la pose doit être faite par des ouvriers expérimentés.

Nous terminerons ici l'examen des appareils de chauffage des lieux habités. On se rappelle qu'au début de cette étude, nous avons cru devoir présenter quelques considérations générales et résumées sur les moyens de produire, de transmettre et d'absorber la chaleur; considérations résultant, d'ailleurs, soit de déductions scientifiques, soit d'observations de faits. En procédant ainsi, avons-nous dit, nous avons eu en vue, autant que le cadre de cette étude le permettait, de donner des bases d'appréciation des appareils dont nous allions faire l'examen, en même temps que de chercher à déterminer dans un sens général les conditions principales de leur établissement. Puisque nous nous sommes étendu sur ce sujet plus que ne le comportait un simple compte rendu de produits exposés, et que nous avons profité de la circonstance pour faire de l'examen de ces produits

l'occasion d'un exposé général de la question, nous n'hésiterons pas à compléter notre travail en présentant quelques observations générales comparées, sur les avantages et inconvénients respectifs principaux des divers groupes d'appareils; ce sera ainsi une sorte de conclusion à l'examen qui précède.

Les foyers ouverts sans moyen de départ des gaz, tels que le brasero, constituent, nous l'avons dit, un mode de chauffage qui est insalubre, peu économique, et ne peut être employé que dans des circonstances exceptionnelles. Quant aux cheminées ordinaires, l'existence d'un tuyau d'évacuation assure généralement la salubrité des locaux, mais entraîne, pour le tirage, l'introduction de courants d'air froid désagréables, auxquels s'ajoutent, dans de petits locaux, les gaz et odeurs émanés soit des cabinets d'aisances, soit des cuisines. Il résulte de cette introduction que le chauffage est fort imparfait, et si l'activité du tirage, qui peut renouveler l'air d'une pièce environ cinq fois par heure, est favorable à l'hygiène de la respiration, elle abaisse d'autant le rendement du combustible, qui varie de 0,10 à 0,15 pour 100 de ce qu'il peut donner. Enfin, dans les grandes pièces exigeant des foyers plus considérables, et par suite des tuyaux de sections plus développées, on peut craindre le renversement des courants dans les conduits lors de l'allumage, par suite de la difficulté qu'on a à échauffer une colonne d'air de grand volume sur laquelle l'action extérieure par engouffrement est très-facile; aussi, dans le cas de grands locaux, doit-on, si l'on veut conserver des cheminées, les faire plus petites, et y joindre le chauffage de l'air au moyen de calorifères.

Dans les cheminées qui comportent des moyens de chauffage de l'air, pris à l'extérieur par des ventouses et admis à l'intérieur par des bouches, on peut arriver à introduire ainsi autant d'air qu'il en est besoin et à l'évacuer sans introduction d'air froid par d'autres ouvertures; le chauffage est alors plus régulier, mieux réparti dans le local, et le rendement dans des appareils bien disposés peut alors s'élever jusqu'à 0,35 pour 100. Dans le cas où on a des cheminées à ventouses, s'alimentant d'air ainsi d'elles-mêmes, on peut en avoir deux dans une grande pièce, tandis que dans le cas de deux cheminées sans ventouses, l'appel se faisant dans l'une d'elles seulement, le tirage est renversé dans l'autre, et il en résulte que la fumée revient dans la pièce. Lorsqu'on adopte des cheminées à ventouses, il est bon de conserver l'emploi des calorifères pour compléter le chauffage.

Ajoutons que l'émission de l'air chaud opérée par les cheminées ne doit pas avoir lieu par des bouches voisines de l'appareil, autrement il y retourne directement. On devrait prévoir, dans la construction du bâtiment, des tuyaux conduisant cet air à des orifices d'émission, placés de telle sorte que cet air traverserait la pièce avant d'arriver au foyer, et descendrait en se refroidissant et en rabattant dans les zones inférieures les gaz qui vicient le milieu à chauffer, et qui seraient alors entraînés vers le foyer.

Les poêles placés dans les locaux sont des appareils économiques, ils donnent un rendement pouvant aller jusqu'à 90 pour 100, mais ils renouvellent peu l'air. Les appareils ordinaires primitifs mettent jusqu'à dix heures pour opérer ce renouvellement : de là, insalubrité, de plus, dans un même lieu, il y a des écarts de température qui vont jusqu'à douze degrés au moins. Les systèmes en fonte, qui nécessitent des joints et peuvent être mal construits, sont alors les plus insalubres. Des expériences faites dans ces derniers temps par MM. H. Deville et Troost, et consignées dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, en date du 13 janvier 1867, ont fait observer que la fonte rouge était perméable aux gaz, surtout à l'oxyde de carbone et à l'hydrogène, qui pouvaient alors se mêler à l'air ambiant et causer l'asphyxie ou au moins des malaises. La faïence et la tôle ne présentent pas cet inconvénient, à moins de vices de construction.

On a opéré le renouvellement de l'air en transformant les calorifères, après l'allumage, en appareils ouverts, par l'enlèvement de parties amovibles.

L'emploi des doublures de foyers en briques empêche la fonte de rougir, et évite la porosité; il en est de même des dispositions à nervures, transmettant la chaleur rapidement à l'air ambiant. Enfin on peut arriver à diminuer le nombre de joints et à les rendre étanches.

Par ces moyens, les poêles et poêles-calorifères à air chaud peuvent ne pas être une cause d'altération de l'air. Cependant, pour ceux qui agissent directement sur l'air ambiant et pour ceux à circulation, qui utilisent mieux la chaleur, on a de l'air échauffé à 100° et plus, ce qui est trop; il faut donc chercher à augmenter le développement des surfaces de chauffe, mettre en contact une plus grande quantité d'air et assurer le renouvellement par une facile évacuation.

En ce qui concerne les grands calorifères à air chaud, le développement des surfaces, l'admission d'une grande quantité d'air, s'obtiennent plus facilement; quant à l'émission de l'air vicié, elle résulte de moyens spéciaux ou combinés avec l'appareil et que comporte plus spécialement l'examen des moyens de ventilation que nous ferons plus loin. Nous ne reviendrons pas sur les inconvénients et avantages des divers dispositifs dont nous avons suffisamment développé l'examen.

L'emploi de la vapeur pour le chauffage offre les caractères suivants : la vapeur circule vite, abandonne promptement sa chaleur en se condensant, permet l'emploi de petits tuyaux peu encombrants; mais comme ces tuyaux traversent des milieux dont l'influence peut être très-variable, il y a des condensations plus ou moins considérables, de là des engorgements d'eau condensée qui, poussée par la vapeur, crée des chocs pouvant entraîner des ruptures. C'est ce qui a conduit à des dispositions dans lesquelles on chauffe l'eau à l'aide de la vapeur, cette eau servant elle-même à chauffer l'air.

L'emploi des appareils à vapeur exige des précautions

d'autant plus nécessaires qu'un accident dans des lieux habités a des conséquences plus graves.

L'usage de l'eau chaude qui, à basse pression, offre toutes garanties contre des accidents graves, ainsi que nous l'avons vu, donne des résultats réguliers; l'eau est un véhicule qui transporte bien la chaleur à de grandes distances, ce que l'on ne peut obtenir par les appareils à air chaud exigeant des canaux de distribution très-encombrants.

On peut aussi, dans la pratique, combiner les systèmes à air chaud et à eau chaude en utilisant l'air chauffé directement par l'appareil pour les locaux qui en sont voisins, et l'eau chaude pour le chauffage de l'air des endroits plus éloignés.

L'usage de l'eau à haute pression a soulevé des objections à cause de l'élévation de température (300°) du liquide dans les tuyaux, ce qui, par rayonnement, peut dessécher les bois, les étoffes, et, par contact, amener des incendies; mais en isolant les conduits, on peut éviter cet inconvénient. Ces conduits étant très-petits suppriment l'emploi des gaines plus ou moins encombrantes qu'exigent les systèmes à air, à eau chaude ou à vapeur, soit pour la circulation de l'air, soit pour loger les tuyaux.

Le système de chauffage à vapeur et à eau, à haute ou basse pression, est très-hygiénique, en ce qu'il n'altère pas la nature de l'air.

Pour terminer ce qui est relatif au chauffage, il nous resterait à dire quelques mots des appareils destinés à la cuisson des aliments et à la balnéation. Nous nous contenterons, à cet égard, de citations qui permettront au lecteur de se diriger, le cas échéant.

Les appareils économiques destinés aux petits logements, maisons ouvrières ou cottages, loges de concierge, étaient représentés par de nombreux spécimens, exposés, en France, par MM. Boucher et C<sup>ie</sup>, à Fumay (Ardennes); Godin-Lemaire, à Guise; Baudon, à Lille; Boutier et C<sup>ie</sup>, à Lyon; Poliot, Chevalier, Jullien, Mousseron, à Paris.

L'exposition anglaise renfermait les fourneaux de MM. Brown et Green, de Luton, pour cottages; du capitaine Douglas pour ménages de soldats; du capitaine Warren, destinés à l'armée. Des appareils plus importants étaient exposés par quelques-unes de ces mêmes maisons et en outre par M. Vaillant, de Metz, pour la France, et, pour l'Angleterre, par MM. Benham et fils, de Londres, qui ont exposé des appareils isolés et par suite accessibles de tous côtés. M. Richard avait exposé des fourneaux adossés très-bien étudiés, pour maisons de maître; ces appareils étaient construits par M. Barton, de Boston, Lincolnshire. Nous avons cité plus haut le fourneau à huile de la maison Bègue et C<sup>ie</sup>.

Parmi les appareils à gaz nous avons remarqué la rôtissoire et la cuisinière économiques de M. Baillet, à Paris; les appareils de MM. Liotard, Williams, Bengel, Jacquet, à Paris.

Quant aux appareils de balnéation, les systèmes les plus

complets étaient exposés par les maisons Bouillon Muller et C<sup>ie</sup>, et Charles, à Paris. Des baignoires avec appareils détachés ou dépendants étaient exposées par MM. Delaroche et Chevalier, de Paris; Jusseaume, de Nantes.

LAWRENCE CHAPRON,  
Ingénieur architecte.

## VENTILATION.

Les appareils et dispositifs spéciaux relatifs à la ventilation n'étaient représentés à l'Exposition que par des spécimens ou dessins, relativement peu nombreux, si on considère l'importance de la question. Cependant, parmi les tentatives ou applications réalisées, il en était d'intéressantes, soit au point de vue de leur usage dans l'industrie et dans diverses exploitations, soit au point de vue de leur utilisation pour la ventilation des bâtiments privés ou publics.

Ainsi que nous l'avons fait pour le chauffage, nous ferons entrer l'examen et l'appréciation de ces résultats dans l'ensemble de quelques développements sur la question, développements que nous rendrons aussi succincts que possible, notre but en généralisant étant seulement de mettre chaque chose à sa place, afin d'en mieux permettre l'appréciation.

L'objet de la ventilation, ainsi que chacun le sait, est de faire évacuer l'air vicié, et, comme conséquence, de le remplacer par de l'air pur; le résultat est d'assurer les conditions hygiéniques nécessaires à l'existence normale des êtres animés et de soustraire les objets à des causes d'altération.

Cet air est vicié soit par le jeu de la respiration des individus ou des animaux; soit par des émanations, pouvant devenir putrides, provenant de corps en voie de fermentation ou de décomposition; soit par des gaz provenant de réactions chimiques, tels sont ceux résultant de la combustion; soit par des vapeurs résultant d'évaporation ou de volatilisation; soit enfin par des poussières en suspension, ou organiques animales ou végétales, ou métalliques.

Il s'agit donc d'enlever ces éléments morbides ou altérants qui se nomment : oxyde de carbone, acide carbonique, gaz ammoniacaux ou sulfurés, vapeurs acides ou mercurielles, animalcules microscopiques, poussières d'oxydes ou de sels de plomb, de mercure, etc., ou bien de métaux et de pierre soumis à l'usure.

Pratiquement il faut opérer l'enlèvement de l'air aux endroits où il est le plus vicié par la présence de ces corps, éviter pendant cette opération de soumettre les individus ou les objets à leur influence. Quant à l'admission de l'air pur qui vient en remplacement, il faut qu'elle soit généralement faite dans des conditions telles qu'elles ne trouble pas violemment le milieu par des courants (à moins d'objet spécial) qui sont préjudiciables surtout aux individus, et c'est pourquoi il faut que cet air soit admis loin d'eux.

Si cet air est affecté aux besoins de la respiration, il devra

être aussi pur que possible, aux degrés de température et de saturation par la vapeur d'eau, reconnus nécessaires par les lois de l'hygiène.

Ceci posé, comment opère-t-on le départ de l'air vicié et son remplacement par l'air pur?

Nous ne citerons que pour ordre le moyen qui consiste simplement à mettre le milieu où l'on veut ventiler en communication avec l'atmosphère par de larges ouvertures, telles que les fenêtres; nous ferons remarquer que ce moyen d'une application rare, soit à cause des saisons, soit pour d'autres causes, a une action très-variable et insuffisante. En effet, il n'est pas rare que dans des salles pouvant être cependant mises en communication avec l'atmosphère, l'air n'y soit pas renouvelé, et que sa température s'élève en même temps qu'il se vicié.

Le départ de l'air vicié peut résulter d'un appel, d'une insufflation ou de ces deux moyens combinés.

Par l'appel on aspire l'air vicié, et cet appel se fait d'autant mieux que la rentrée de l'air pur a lieu facilement; cette rentrée s'opère par le fait de la dépression produite par l'appel même, dépression qui se maintiendrait s'il n'y avait pas de rentrée, et dont la limite est le vide.

Par l'insufflation on refoule l'air pur dans le milieu où l'on veut ventiler, et la pression de cet air refoulé a pour effet de chasser l'air vicié.

On peut réunir l'appel à l'insufflation : nous dirons plus loin comment cette combinaison, peu employée avec les anciens systèmes, a été récemment réalisée dans des expériences et applications intéressantes, susceptibles de généralisation.

L'appel est favorable au départ de l'air vicié, mais il l'est moins à la rentrée de l'air pur, il ne s'oppose pas aux rentrées par les fissures des fenêtres ou des portes, des baies qu'on ouvre, ce qui peut amener là où se fait l'appel, des gaz ou émanations provenant d'autres pièces. L'insufflation au contraire est favorable à l'entrée de l'air pur et l'est moins à la sortie de l'air vicié; elle s'oppose aux rentrées par les fissures des fenêtres, des portes ou des baies qu'on ouvre, mais il y a, par ces ouvertures, perte d'air insufflé et quelquefois envoi de l'air vicié de la pièce où on insuffle, dans d'autres locaux; on peut éviter ce dernier effet en mettant la bouche d'insufflation près de la baie susceptible d'ouverture, l'air vicié se dirigera alors de préférence vers les orifices destinés à son évacuation.

Ces effets résultant soit de l'appel, soit de l'insufflation, peuvent s'expliquer comme il suit. D'une part, quand il y a, comme dans l'appel, dépression dans un milieu fluide, avec courant, c'est-à-dire remplacement de certaines parties du milieu par d'autres, cette dépression n'est pas constante et est inégale dans les divers points, de là des courants d'intensité variable, et inégalité dans la répartition du fluide introduit. D'autre part, quand on insuffle un fluide dans un milieu, il y a tendance à l'égalité des pressions dans les diverses par-



ties; l'introduction a bien lieu, mais de ce qu'il n'y a pas de dépression sensible aux orifices de départ, il résulte que ce départ s'opère peu facilement. C'est ce qui a amené à rechercher la combinaison des deux moyens; mais l'appel et l'insufflation tels qu'ils sont appliqués généralement présentent des conditions de réalisation qui s'excluent les unes les autres. Cependant, nous l'avons dit plus haut, on est arrivé à des résultats, mais alors dans d'autres conditions, ainsi que nous le verrons.

Ainsi donc on ventile soit par appel, soit par insufflation, soit en combinant ces deux modes; voyons maintenant comment on réalise ces moyens d'action.

L'appel ou aspiration se produit en créant une dépression qu'on réalise selon les cas, soit naturellement, soit artificiellement.

Il y a dépression par voie naturelle, quand la température extérieure agissant sur l'atmosphère en diminue la densité par rapport à celle du milieu où l'on veut ventiler. Si donc on met ce milieu en communication avec l'atmosphère, il y aura appel par la tendance qu'il y a à l'équilibre entre les pressions; et si ce milieu communique soit avec cette atmosphère dans les parties où elle est plus dense, soit avec des appareils distributeurs de l'air, il y aura introduction et renouvellement des gaz.

La cheminée avec son conduit de fumée, même alors qu'on n'y fait pas de feu, est un moyen de ventilation par appel.

Lorsqu'il s'agit de ventiler des salles de réunion, des salles de malades, etc., le mode de ventilation naturelle est insuffisant; il faut alors avoir recours à des moyens artificiels, auxquels on peut, selon les cas, ajouter les effets de la ventilation naturelle.

On peut agir artificiellement comme on agit par voie naturelle. Il suffira pour cela de créer dans le canal de départ une dépression en dilatant l'air; le chauffage est le mode d'action que l'on emploie pour atteindre ce résultat. Pour agir mécaniquement, on emploie des appareils aspirants, pompes ou ventilateurs. Les moyens mécaniques d'aspiration sont rarement employés dans les lieux habités, soit à cause du bruit, soit à cause de la sujétion qu'entraîne toujours l'usage de ces moyens qui exigent pour leur mise en œuvre des ouvriers spéciaux, chauffeurs ou mécaniciens, et nécessitent un entretien, une surveillance gênante. Il n'en est pas de même dans l'industrie, dans l'exploitation des mines, dans la marine, etc., où la pratique des moyens mécaniques est chose courante, aussi là y a-t-il de nombreuses applications d'un certain nombre de systèmes pour ventiler les usines, les galeries de mines, les cales de vaisseaux où prennent place les chaudières, etc.

Observons enfin que dans l'emploi des moyens mécaniques, alors qu'on peut les admettre, le meilleur procédé de ventilation est celui qui donne le meilleur rendement méca-

nique. Or, pour le bon fonctionnement d'un ventilateur, il faut que l'aspiration ait lieu à une vitesse déterminée; dans la pratique cette vitesse est justement en rapport avec celle qu'exige une bonne ventilation; de ce côté le système est donc satisfaisant. Mais on remarque que l'air vicié étant expulsé par un appareil mécanique est nécessairement rejeté dans l'atmosphère avec une certaine vitesse qui constitue une perte de force, et cette perte est telle que le système de ventilation par appel mécanique peut généralement devenir moins économique que celui par appel produit au moyen de foyers créant des différences de densités.

Cependant dans les lieux habités on emploie quelques ventilateurs aspirants, mais automoteurs, c'est-à-dire mus par l'air atmosphérique alors qu'il est en mouvement; ces appareils, généralement de petite dimension, servent à aspirer l'air vicié des courettes, des cabinets d'aisances, des fosses même; ils surmontent alors des tuyaux qui partent des locaux à ventiler, et montent au-dessus des combles.

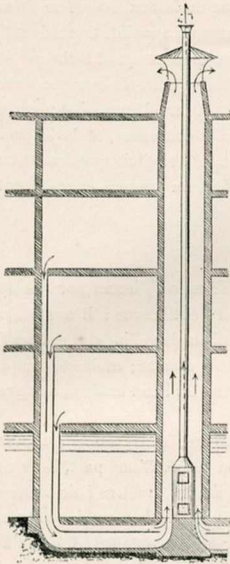
Parmi ces petits appareils peuvent être employés ceux que nous avons cités aux cheminées, de M. Combaz à Paris, de MM. Serron et C<sup>e</sup> à Orléans, et d'autres, que nous avons trouvés intéressants, de M. Damboise Bénard, à Boulogne-sur-Mer, de M. Toussaint à Paris, exposants.

Abordons maintenant l'examen du mode de ventilation par appel, résultant du chauffage de l'air vicié dans le tuyau de départ, système qui est très-répandu.

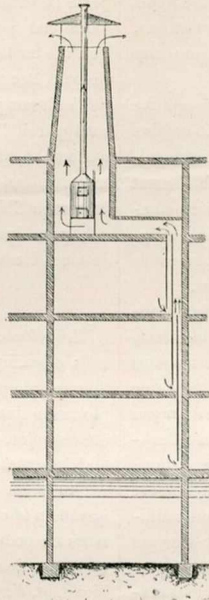
Dans ce cas, le chauffage de l'air vicié est produit au moyen d'appareils spéciaux ou en utilisant la chaleur perdue d'appareils de chauffage, qui servent soit à chauffer l'air destiné à remplacer l'air vicié, soit à d'autres usages. Quand on utilise la chaleur perdue d'un appareil de chauffage, lequel est généralement situé dans la partie inférieure des constructions, il suffit de placer le tuyau de fumée dans une gaine terminée au-dessus des combles par une lanterne d'évacuation, gaine à laquelle aboutissent les canaux de prise de l'air vicié dans chaque pièce. Dans cette utilisation on fait aboutir les petits canaux à la gaine dans la partie inférieure du bâtiment, de sorte que l'air vicié, amené au contact du tuyau de fumée là où celle-ci est à la plus haute température, puisse s'échauffer et produire appel. L'appareil de chauffage dont on utilise la chaleur perdue peut être aussi bien à air chaud qu'à eau chaude, à basse ou haute pression, à vapeur ou mixte. Dans ces derniers cas, on peut se servir des tuyaux d'eau ou de vapeur pour produire l'appel où il y a lieu de le faire.

Nous avons présenté plus haut des dispositifs d'évacuation de l'air vicié, en parlant des appareils de chauffage de MM. Staib, de Genève, et d'Hamelin court, de Paris. Ces dispositifs se compléteraient de l'emploi d'une cheminée d'appel montant de fond et contenant le tuyau de fumée.

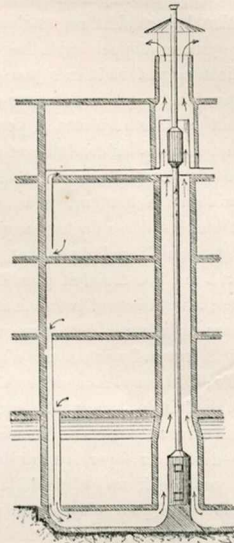
La disposition que nous venons de décrire ci-dessus était présentée avec d'autres dans une série de dessins relatifs aux divers systèmes d'appel, et faisant partie de l'exposition



316. — Appel par le bas,

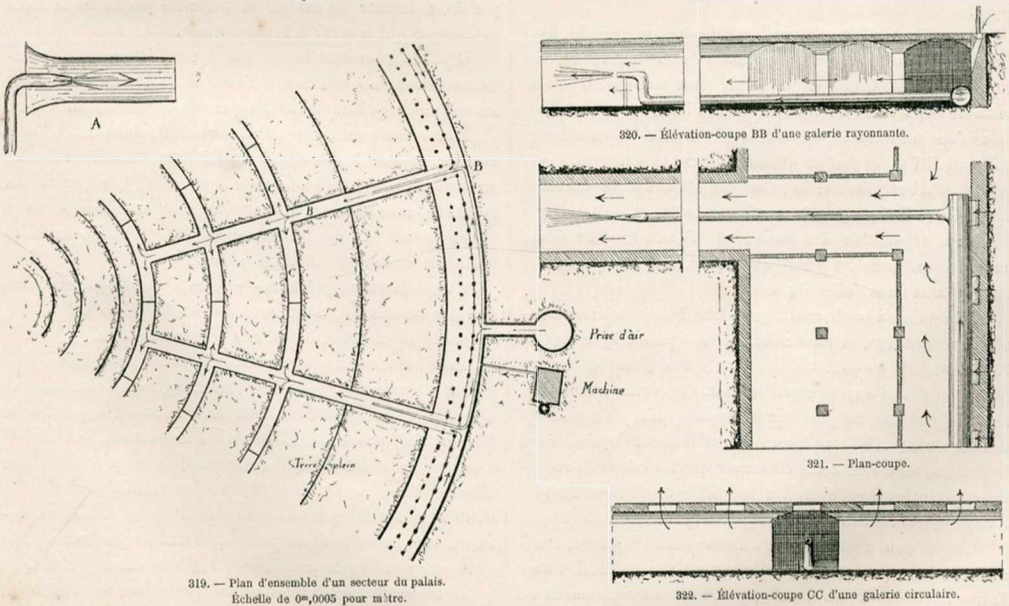


317. — Appel par le haut.



318. — Appel mixte.

Disposition de ventilateur par appel d'après MM. Genzste et Herscher, à Paris.



319. — Plan d'ensemble d'un secteur du palais.  
Échelle de 0<sup>m</sup>,0005 pour mètre.

320. — Élévation-coupe BB d'une galerie rayonnante.

321. — Plan-coupe.

322. — Élévation-coupe CC d'une galerie circulaire.

Disposition de ventilation par l'air comprimé. Système de MM. Piarron de Mondésir, Lohaire et Jullienne, à Paris.

de MM. Geneste et Herscher, à Paris. Ces modes d'appel s'opèrent soit par le bas, soit par le haut, soit haut et bas, à l'aide d'appareils spéciaux à la ventilation, avec ou sans utilisation de ceux destinés au chauffage.

Le système d'appel par le bas (fig. 316) est susceptible d'application aux bâtiments peu élevés ou à petit nombre d'étages; il est régulier dans ses effets, et donne économiquement de bons résultats, il permet de régler facilement l'évacuation dans les conduits, et d'obtenir un service commode de l'appareil. Mais il entraîne à faire la cheminée d'appel sur toute la hauteur, et à faire passer les canaux de départ dans les pièces du bas, ce qui est encombrant.

Le système d'appel par le haut (fig. 317) peut mieux s'appliquer à une construction plus élevée ou ayant beaucoup d'étages; les conduits d'évacuation se trouvent reportés dans les pièces supérieures généralement moins importantes que celles inférieures. On peut même n'avoir pas de gaine au tuyau de fumée; dans tous les cas cette gaine, ne servant qu'à l'évacuation de l'air des locaux inférieurs, serait de petite section; mais ici par sa situation la cheminée ne peut que s'élever peu au-dessus du foyer, ce qui donne de mauvaises conditions pour obtenir un appel: de là une plus grande dépense de combustible pour obtenir une différence de densité plus grande. Le service d'un foyer dans le comble peut aussi présenter des inconvénients. Ajoutons que dans le cas où l'on a des tuyaux d'eau chaude ou de vapeur on peut supprimer ce foyer.

Le système mixte d'appel par le bas et par le haut (fig. 318) consiste en un foyer placé à la partie inférieure et dont le tuyau de fumée est renfermé dans une gaine, par où se fait le départ de l'air vicié des pièces inférieures. Ce tuyau passe dans un appareil échauffeur placé dans les combles et qui produit l'appel de l'air vicié des pièces supérieures. L'appel est ainsi régularisé; la gaine est réduite à de moindres dimensions; il n'y a pas de service dans les combles; il y a meilleure répartition des canaux de départ de l'air vicié, puisqu'on évite de les faire passer tous, soit dans les salles du bas, soit dans celles du haut.

Ainsi qu'on a pu le remarquer dans les dispositions données au chauffage, et dans celles présentées ici, le départ de l'air vicié dans les pièces a lieu par le bas, l'entrée de l'air pur se faisant à l'opposé et par le haut. Cette entrée doit aussi se faire généralement près des portes afin qu'il y ait mélange de l'air chaud et de l'air admis accidentellement et qui est froid le plus souvent. Il faut aussi observer que les gaines d'évacuation doivent être à l'abri des refroidissements susceptibles d'augmenter la densité de l'air, et par suite de diminuer l'appel.

L'appel peut aussi se faire à niveau dans les pièces, c'est-à-dire qu'on peut les mettre chacune en communication avec l'air extérieur par un canal qui aboutit intérieurement au niveau du plancher et extérieurement au niveau du plafond, dans une gaine prenant toute la hauteur de la construction. Ce mode d'appel à niveau permet d'utiliser avec moins de

perte la ventilation naturelle, mais il est soumis à toutes les variations que cette ventilation comporte et dont l'action, généralement faible et presque nulle aux étages supérieurs, ne peut être utilisée que comme un appoint. Cependant l'appel à niveau peut être efficace, mais en ayant à chaque étage un appareil d'appel, ce que l'on ne peut réaliser que dans les systèmes à eau chaude ou à vapeur. L'emploi du gaz permettrait des installations moins coûteuses, mais le prix de ce combustible étant élevé, on ne l'emploie que dans certains cas, pour des services restreints ou comme complément de services étendus.

Le refoulement ou insufflation est obtenu par des appareils mécaniques, pompes ou ventilateurs; il a été l'objet d'un certain nombre d'applications dans l'industrie, dans l'exploitation des mines et dans la marine; mais son emploi a été restreint, en ce qui concerne les lieux habités, aux grands établissements.

Au point de vue économique, ce système est coûteux quand on le compare à un bon appel. D'une part, les ventilateurs ou pompes insufflantes devant émettre l'air à une certaine pression si l'on veut obtenir un bon rendement mécanique, et, d'autre part, cet air ne pouvant être admis qu'à une moindre vitesse dans le local à ventiler, on est obligé de diminuer la vitesse d'insufflation aux orifices d'admission; il y a donc détente de cet air et perte de partie de la force mécanique qui a servi à le comprimer.

Cependant on ne s'arrête pas à considérer cette déperdition comme un obstacle à l'emploi de l'insufflation dans les cas où l'appel ne donnerait que des résultats insuffisants.

L'air refoulé est dirigé par des conduits dans les salles à ventiler, et dans le cas où cet air doit être chauffé on le fait passer sur les appareils disposés à cet effet; quelquefois ces appareils sont des poêles-calorifères à eau chaude ou à vapeur placés dans les pièces mêmes, l'air échauffé dans ces poêles se répand ensuite dans le local.

L'Exposition ne présentait pas de dispositifs de ventilation par insufflation, avec ou sans chauffage, en dehors des appareils mécaniques insufflants proprement dits.

Parmi ces appareils insufflants le plus remarquable était le ventilateur double de M. Perrigault, ingénieur-constructeur à Rennes. Ces appareils, dont le rendement approche de 50 pour 100, peuvent insuffler l'air à une vitesse de 110 mètres par seconde, ce qui correspond à la pression d'une colonne d'eau de 0<sup>m</sup>,75 à 0<sup>m</sup>,80; les ventilateurs simples donnent généralement au-dessous de 30 pour 100 de rendement, avec une vitesse au plus de 50 mètres par seconde, ce qui correspond à une pression de 0<sup>m</sup>,13 en colonne d'eau.

Si on pouvait utiliser, par une disposition, le rendement mécanique d'un tel appareil pour l'insufflation, on pourrait économiquement arriver à de bons résultats. C'est ce qu'ont tenté de faire MM. Piarron de Mondésir, ingénieur des ponts



et chaussées, Lehaitre et Julienne, par leur système de ventilation à air comprimé, expérimenté à l'Exposition pour la ventilation du Palais.

En principe la disposition de ce système est la suivante : elle se compose (fig. 319, détail A) d'un tuyau dont une des extrémités s'évase en pavillon ; c'est de ce côté qu'est disposé, sans diminuer la section, l'orifice d'un ajutage, de plus petit diamètre, mis en communication avec un récipient contenant de l'air comprimé.

En faisant échapper l'air comprimé, par cet ajutage, dans l'atmosphère, dont il tend à prendre la pression, cet air se détend et par suite occupe la section du tuyau à pavillon. Cet air détendu, étant poussé par d'autre air comprimé continuellement émis, constitue une sorte de piston gazeux, lequel chasse devant lui l'air contenu dans le tuyau et qui est mêlé à l'air comprimé détendu et précédemment introduit par l'ajutage. L'air à la pression atmosphérique est admis par le pavillon dont l'évasement facilite l'introduction ; cette admission résulte de l'appel produit dans le sens du courant d'émission de l'air comprimé.

Il y aura donc dans toute la section du tuyau un courant général plus ou moins rapide. L'air comprimé a donc là la fonction d'un moteur direct entraînant par refoulement en même temps que par appel un certain cube d'air atmosphérique.

Des expériences faites en employant pour l'émission de l'air comprimé à diverses pressions, des ajutages de sections différentes, ont permis de déterminer expérimentalement la vitesse d'entraînement dans le tuyau à pavillon, et d'obtenir des résultats comparables entre eux, en conservant à ce tuyau des dimensions constantes.

Les vitesses d'entraînement trouvées par l'expérience sont analogues à celles données par une formule établie par les auteurs du système.

Ces expériences ont permis de constater d'autres résultats, qui sont en relation avec ceux prévus théoriquement par les inventeurs, nous les exposons sans présenter ici les formules, en renvoyant le lecteur au travail spécial publié par les auteurs sur la question<sup>1</sup>.

L'un de ces résultats est qu'au point de vue de la dépense de force motrice nécessaire pour comprimer l'air, il y a avantage à employer l'air comprimé à basse pression. C'est-à-dire que si dans un même tuyau à pavillon on détermine un courant ventilateur, par la détente d'air émis à diverses pressions par des ajutages de sections différentes, mais telles que dans chaque cas la vitesse du courant soit toujours la même et produise par suite *le même effet de ventilation*, il y aura moins de dépense de force motrice par l'emploi de l'air comprimé à basse pression, bien que le débit soit plus grand.

Telle est la relation qui existe entre la force motrice du jet et celle du moteur.

Or, pour une même dépense de force motrice du jet, le volume d'air entraîné varie en raison inverse de la vitesse d'entraînement et de la vitesse de l'air comprimé moteur ; d'où on déduit que, pour une même vitesse de cet air comprimé moteur, la force motrice du jet croît en proportion du carré de la vitesse d'entraînement. Il suit de là que la force motrice du jet étant une fraction de la force du moteur, est en même relation avec la quantité d'unités de combustible consommé. Par suite la consommation du combustible croît comme le carré de la vitesse d'entraînement dans la ventilation par l'air comprimé, tandis que dans la ventilation par appel on trouve qu'elle croît comme le cube de cette même vitesse.

Si on compare le système de ventilation par l'air comprimé aux systèmes et par appel et par insufflation, on voit que, théoriquement et expérimentalement, il paraît devoir présenter un avantage économique en même temps qu'il peut être plus efficace comme effet ventilant.

Pour mieux faire apprécier la valeur de chaque système, présentons-en ici les caractères principaux dans un double parallèle succinct.

Dans le premier de ces parallèles examinons les systèmes au point de vue économique, c'est-à-dire de la dépense de force ou de combustible à faire pour produire un résultat ; ces dépenses différentes pouvant se comparer, puisque le combustible peut produire une certaine quantité de force et qu'inversement une certaine force peut résulter de la consommation d'une certaine quantité de combustible.

Dans le second de ces parallèles examinons les systèmes au point de vue du résultat comme ventilation.

Dans le système avec appel produit par foyer, la vitesse d'entraînement de l'air échauffé est due à la différence de température qu'il y a entre le haut et le bas de la cheminée d'appel ; il est économique pour de petites vitesses, coûteux pour de grandes, car la dépense du combustible croît comme le cube de la vitesse. Employant de petites vitesses, l'évacuation n'est assurée que si on a des galeries et cheminées à grande section, alors coûteuses et encombrantes. On remarque, d'autre part, que l'air étant rejeté dans l'atmosphère à un certain degré de température, il y a perte de cette chaleur d'autant plus que la vitesse est grande, et on n'a utilisé de la puissance calorifique du combustible que celle qui a produit le courant d'appel. Pour diminuer cette perte, il faut émettre l'air à une température plus basse, mais alors dans des régions de l'atmosphère moins denses pour produire l'appel ; par suite il faut augmenter de hauteur la cheminée. Dans le cas où l'appel est produit mécaniquement, nous avons dit plus haut qu'il y avait économie à aspirer à petites vitesses pour un bon emploi de la force mécanique, de là aussi de grandes sections doivent être données aux conduits, et nous avons fait remarquer que,

1. Communication relative à la ventilation par l'air comprimé (extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France), par MM. Piarron de Montdésir et Lehaitre.



de ce que l'air était rejeté avec une certaine vitesse dans l'atmosphère, il y avait perte de la force représentée par cette vitesse.

Ainsi donc, en résumé, dans l'appel par foyers ou par appareil mécanique, dépense de combustible ou de force proportionnelle au cube de la vitesse; par l'emploi de petites vitesses, grandes dimensions des conduits et perte de puissance calorifique ou de force par l'émission de l'air vicié dans l'atmosphère, à une certaine température ou avec une certaine vitesse.

Dans le système par insufflation produit mécaniquement, il y a, avons-nous dit, intérêt à insuffler à grande vitesse, c'est-à-dire à émettre l'air à une certaine pression, si on veut que le rendement mécanique soit bon; mais comme pour ventiler il faut que l'air soit admis dans les locaux à une faible pression, il faut donc diminuer la vitesse d'émission au ventilateur, en faisant circuler l'air dans des conduits de section suffisante et où, en se détendant, il perd de sa vitesse: de là résulte donc une perte de force proportionnelle à la différence qu'il y a entre les deux vitesses.

Dans le système produisant appel et refoulement par injection d'air comprimé, que nous avons décrit plus haut, la dépense de combustible est proportionnelle, avons-nous dit, au carré seulement de la vitesse du courant ventilant, tandis qu'elle est proportionnelle au cube de cette vitesse dans l'appel simple; d'autre part, la détente de l'air injecté a un résultat utile mécanique d'appel et de refoulement de l'air destiné à la ventilation (auquel l'air injecté s'ajoute). Au point de vue économique ce système paraît donc présenter des avantages.

Quant à l'effet ventilant, nous avons dit que dans l'appel l'introduction était peu facile et que l'émission s'opérait bien, et que des résultats inverses en valeur étaient obtenus par l'insufflation. Le système d'injection d'air comprimé participant des deux systèmes, paraît réunir les avantages d'une introduction facile par l'appel produit, et d'une émission satisfaisante par le refoulement opéré.

Un certain nombre d'expériences n'ont qu'en partie confirmé les avantages qui paraissent résulter de l'examen du système et d'essais purement expérimentaux, il n'en faudrait pas conclure que l'application ne puisse donner de bons résultats; il convient de tenir compte des tâtonnements qu'entraînent les premiers essais, qui enseignent peu à peu les meilleures conditions de réalisation de choses bonnes en principe. Or, comme c'est ici le cas, il y a donc lieu d'espérer de bons résultats du nouveau système.

Pour terminer avec l'examen de ce système, sur lequel nous nous sommes étendu à cause de l'intérêt qu'il présente, disons que des expériences faites au Conservatoire des arts et métiers ont donné des résultats intéressants, quoique encore incomplètement satisfaisants au point de vue économique; que d'autres applications faites industriellement pour l'entraînement de gaz, de poussières morbides, ont produit

de bons résultats, sur lesquels on peut d'ailleurs généralement compter toutes les fois qu'on aura besoin d'une action ventilante locale, ainsi que cela se présente dans certaines industries et dans les exploitations de mines où se produisent des accumulations de gaz, vapeurs, etc. Enfin, un essai fait pour la ventilation du Palais de l'Exposition de 1867 au Champ de Mars a donné relativement de bons résultats, si on tient compte de la difficulté de répartition de l'air dans un milieu coupé par de nombreuses séparations. A titre de renseignement, nous décrirons l'installation du système, faite dans l'un des secteurs, cette installation étant analogue à celle disposée dans les autres parties du Palais.

Les machines insufflantes, pompes ou ventilateurs, étaient installées en dehors du Palais (fig. 319 à 322); la conduite principale de distribution de l'air comprimé était établie dans la galerie souterraine périmétrique, et sur cette conduite se greffaient des tuyaux pénétrant dans les galeries rayonnantes jusqu'au milieu de la largeur de la grande galerie. Ces galeries rayonnantes remplacent ici le tuyau de pavillon (détail A). L'air comprimé étant émis, il y a appel de proche en proche dans les galeries rayonnantes, puis périmétrique par des soupiraux disposés au droit de cette dernière, servant de complément à un puits spécial de prise d'air.

L'air appelé, refoulé dans les galeries rayonnantes, puis dans celles circulaires formant impasses, était émis dans les passages du Palais par un certain nombre de grilles; de là il se répandait en se dirigeant vers les châssis à persiennes ménagés dans les lanternes des combles, ainsi qu'il a été dit lors de la description de l'édifice. L'expulsion de l'air vicié n'était assurée que par l'action de l'excès de pression due au refoulement et, complémentaiement, par la ventilation naturelle; les résultats ont été irréguliers à cause des dispositions locales qui présentaient des résistances variables.

Il est à désirer que des expériences comparatives des différents systèmes permettent d'apprécier plus exactement qu'on ne peut encore le faire leur valeur réelle, et qu'on ne s'en tienne pas seulement aux dépenses motrices, aux effets produits, mais qu'on fasse encore entrer dans la comparaison les valeurs d'installations d'autant plus coûteuses que la construction est plus importante et demande un emplacement plus grand.

LAWRENCE CHAPRON,  
Ingénieur-architecte.

## ECLAIRAGE.

Éclairer c'est admettre la lumière dans un lieu déterminé. Cette admission peut être directe ou indirecte; directement elle a lieu par des ouvertures ou à travers des parois ou transparentes ou translucides, pouvant être constituées par des vitres ou vitraux, des dalles ou des tuiles en verre coulé, des plaques en terre cuite; indirectement elle a lieu par l'emploi de surfaces réfléchissantes simplement claires ou