

L'INDUSTRIE
DU
GAZ D'ÉCLAIRAGE

PAR

HENRI BIÈGE

ADJOINT TECHNIQUE PRINCIPAL A LA SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

Avec figures intercalées dans le texte.



PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
19, RUE HAUTEFEUILLE, 19

1914



QUATRIÈME PARTIE

CHAUFFAGE CENTRAL AU COKE ET AU GAZ

Histoire rétrospective et moderne du chauffage. — De tout temps l'on s'est préoccupé d'adoucir dans les meilleures conditions possibles les moyens d'existence au cours des périodes hivernales ou rigoureuses; ce furent d'abord les feux de branchages, d'herbes sèches ou autres débris rustiques (1), puis un premier progrès fut réalisé à l'apparition de vastes et monumentales cheminées, les poêles rudimentaires ou compliqués, les calorifères à air chaud, et enfin le chauffage par radiateurs, à l'eau chaude à vapeur à haute ou basse pression qui aujourd'hui ont acquis la faveur de tous.

Du chauffage primitif, il est inutile d'en causer, puisqu'il ne rendait aucun service autre que celui de ne dégager qu'un soupçon de calorique aussi vite dispara que créé; étant établi en plein air, il ne pouvait en effet être question d'en conserver quelque apparence, et l'on ne le cite que pour mémoire.

Les cheminées (figure 87), qui marquent un commencement de civilisation, furent longtemps l'unique appareil, source de chaleur domestique, et si elles sont encore et pour longtemps appelées à faire partie intégrante d'un

(1) En l'an 1300, les cheminées n'étaient pas encore inventées, ou tout au moins usitées.



appartement, ce n'est plus qu'à titre ornemental où l'art seul reste en jeu. Partout où le chauffage central n'existe pas encore, on y a adjoint en effet soit des radiateurs à gaz, des salamandres ou tout autre genre de foyer à feu intermittent ou continu ayant tout au moins l'avantage de répandre une chaleur plus en rapport avec le combustible consommé; les grilles à bois à coke ou à boulets tendent même à disparaître complètement pour n'appartenir bientôt qu'à la brûlante!!! histoire du chauffage.

Quand on réfléchit un tant soit peu à la consommation de combustible exigée par ces modes de chauffage et que l'on constate que vingt pour cent seulement de la chaleur produite peut être utilisée, le reste s'échappant avec les produits volatils de la combustion, on est surpris qu'il puisse encore s'en trouver en service, et quel service? Pour éprouver une sensation bienfaisante, il faut s'approcher presque à proximité de la source de

chaleur, les pieds sont alors froids et le reste du corps brûlant; les allumages, l'entretien continuel sont l'objet de tribulations sans nombre. L'immense quantité d'air déplacé, en provoquant il est vrai une ventilation énergique, a pour conséquence immédiate de laisser filtrer par

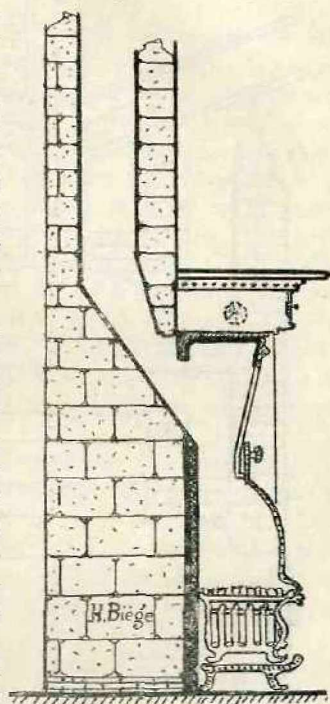


Fig 87. — Cheminée Lhomond dite cheminée parisienne transformée pour l'usage du coke.

tous les orifices des pièces chauffées un perpétuel vent coulis.

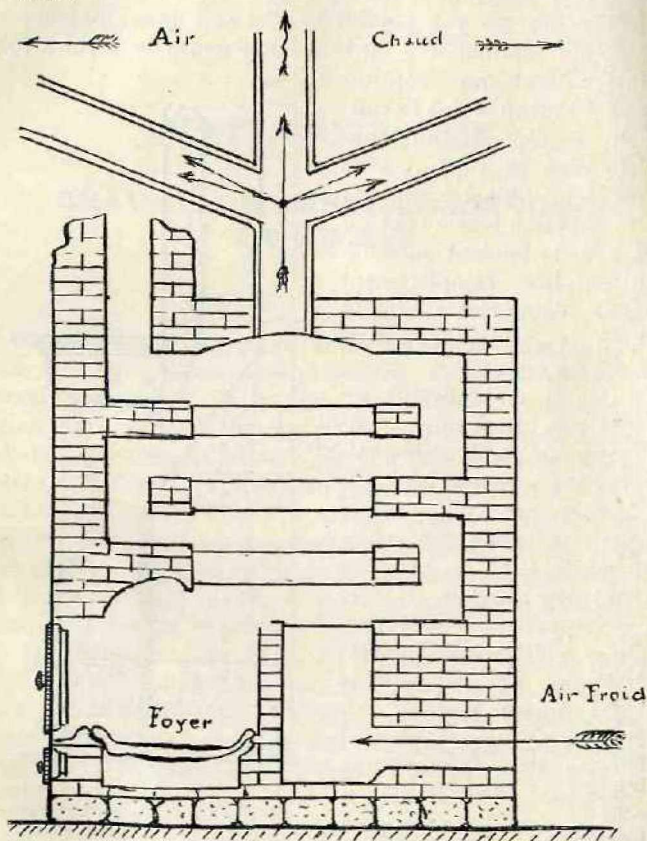


Fig. 88. — Calorifère à air chaud, genre Grouvelle fonctionnant au coke.

Les poêles seraient d'un meilleur rendement, mais il faut alors compter sur les méfaits hygiéniques dont ils sont le siège ; si à l'approche d'un temps plus froid on active leur

combustion, celle-ci ne va pas sans être accompagnée de réels dangers, la fonte même dans les systèmes perfectionnés laissant passer toujours une certaine dose de gaz délétères au travers de ses pores, lorsqu'elle est portée à une température élevée.

L'odeur caractéristique de l'acide carbonique se fait sentir aussi lorsque, pour un motif quelconque, on vient à ralentir le tirage de ces poêles ou cheminées, car les gaz brûlés, ne trouvant plus d'issue convenable à leur sortie, se répandent fatalement dans la pièce chauffée et, dans un cas comme dans l'autre, peuvent amener des troubles cérébraux quelquefois fort graves. En outre de ces inconvénients il en existe encore de moins importants, mais qu'il faut néanmoins considérer quand même, les poêles comme les cheminées, voire même les radiateurs à gaz ne chauffent bien qu'à l'endroit où ils se trouvent placés ou à une très faible distance, et il n'est pas rare de constater des différences notables de températures dans la même chambre et à des espaces quelquefois assez rapprochés.

Enfin les poussières qui résultent des manipulations incessantes et des contre-courants d'air qui s'établissent dans les cheminées d'appel ne sont pas non plus sans porter un préjudice considérable à ces genres de foyers. Demandez aux personnes qui en font encore actuellement usage, et de suite par leurs réponses vous serez convaincus.....

Lorsque, vers 1880, l'industrie du chauffage domestique par la houille pouvait encore lutter victorieusement contre le gaz, plusieurs inventeurs créèrent les poêles mobiles. Pour cela ils se basèrent sur les considérations développées plus haut et obtinrent, il faut le reconnaître, la faveur du public. Ces poêles mobiles : Beaume, Salamandre (Chaboche), Choubersky, Godin, Viville, Musgrave, Cadé, etc., ont surtout le grand avantage de pouvoir se déplacer rapidement, leur buse s'adaptant sur une plaque mobile susceptible de se placer sur le tablier de toutes les cheminées d'apparte-



pliquée. Voici en quoi elle consiste : dans une cave, un sous-sol ou un endroit propice, mais en contre-bas des pièces à chauffer, on établit un massif de maçonnerie de briques comprenant un foyer de grandeur convenable, les produits de la combustion circulent dans une longue tubulure absolument étanche et de longueur variable, mais le plus étendue possible; pour ne pas employer trop de place on lui donne la forme d'un serpentin, dont les spires seraient très espacées ou bien on la fait passer dans des carnaux disposés à cet effet. Ceci effectué, on ménage autour de la tubulure un espace appelé chambre de chauffe double ou triple de celui occupé par les carnaux et destiné à contenir de l'air provenant de l'extérieur par une bouche *ad hoc*.

Cet air s'échauffe rapidement au contact des carnaux ou de la tubulure et est conduit par des boisseaux ou de simples tuyaux dans les pièces à chauffer (figure 88).

Il faut éviter — et c'est là que commence la difficulté — que nulle fuite ou crevasse n'existe dans les carnaux ou tubulures qui servent à l'évacuation des gaz produits par la combustion, car une partie de CO ou CO² se mélangeant à l'air aspiré et envoyé dans les locaux pourrait y occasionner de graves accidents. Cette déféctuosité se produit assez fréquemment au bout de quelque temps de service, l'usage du ringard, qui sert au nettoyage, finissant toujours par détériorer les parties fortement encrassées, et la tôle se rongant dans les sous-sols pendant les longs intervalles de fonctionnement. Aussi reconnaît-on *a priori* les immeubles chauffés de cette façon, l'air y est desséché, fétide, quelquefois suffocant et toujours d'odeur désagréable.

On y a bien adjoint des organes ayant pour but de capter les poussières et d'humidifier l'air (1), mais le résultat n'en laisse pas moins encore à désirer.

Pour les diverses raisons ci-dessus énoncées, les calori-

(1) Procédés de MM. Vignes, Gurney, etc.



fères à air chaud n'ont plus lieu d'exister, et ils sont avantageusement remplacés par un système plus moderne, plus pratique et moins onéreux.

Chauffage central à l'eau chaude. — Ici nous touchons à un tournant brusque de l'histoire du chauffage, tournant heureux au point de vue des bienfaits qu'il procure et des merveilleux résultats obtenus.

Il s'agit tout simplement du chauffage central par radiateurs, par l'eau chaude ou la vapeur à haute ou basse pression.

Avant d'entrer dans la description de ces appareils, quelques indications sur le chauffage à l'eau chaude proprement dit ne seront pas inutiles.

Thermo-siphon. — C'est le classique thermo-siphon que l'on a tout d'abord mis en pratique. Voici brièvement rappelé comment il fonctionne :

Basé sur la circulation de l'eau dans une colonne fermée dont les branches se trouvent à des températures différentes — que l'on peut évaluer au moyen du thermoscope pour une démonstration théorique — il n'y a plus qu'à constituer un ensemble fort simple capable de mettre en pratique ce phénomène.

Dans la partie basse d'une pièce on installe un foyer quelconque, charbon, coke, gaz, électricité, alcool ou autre, mais à gaz de préférence, si l'on peut en disposer; sur ce foyer est fixée une chaudière ou un récipient solide en acier étiré, par exemple, que l'on remplit d'eau; du haut de ce récipient part une tubulure verticale se dirigeant vers le fond d'un réservoir rempli d'eau également situé à la plus grande élévation possible de la pièce; au sommet de ce réservoir — qui doit être muni d'un robinet, d'un flotteur, d'un tube de niveau ou d'un organe de remplissage automatique — débouche un second tube qui vient rejoindre la base de la chaudière, après avoir parcouru le plus long chemin disponible en évitant les coudes et retours brusques. Au moment où l'on allumera le foyer, la température de la chaudière commencera à s'éle-



ver et chassera au bout d'un instant la colonne d'eau contenue dans le tube vertical — par convection plane accélérée — qui montera dans le réservoir supérieur et y séjournera le temps nécessaire à l'échauffement de son contenu. Pendant cette première phase, l'eau du second tube prendra dans la chaudière la place laissée libre par celle primitivement chassée et il s'établira ainsi un mouvement continu de va et vient tant que le foyer restera allumé, ce mouvement sera d'autant plus rapide que la masse totale d'eau sera plus réduite et que les calories fournies par le foyer seront plus élevées, mais prendra une vitesse uniforme au bout d'un temps relativement restreint. Quoique d'après ce qu'il vient d'être dit aucune déperdition d'eau ou de vapeur d'eau n'existe, il faut s'assurer que le niveau reste sensiblement constant dans le vase d'expansion (réservoir), car, au bout de quelques mois de service, l'eau se serait en partie évaporée ou même simplement vaporisée et il pourrait en résulter une détérioration rapide de la chaudière et de ses organes principaux.

Ce système est communément employé pour les serres, les couveuses artificielles dans les laboratoires pour la démonstration et partout enfin où l'on a besoin d'une température peu élevée, douce et agréable. Il est, en outre, l'âme, la genèse de tous les systèmes actuellement préconisés, et à ce titre seul il méritait bien d'être au moins signalé. (V. figure 89.)

Donc en application plus approfondie de cette propriété qu'ont les liquides et les gaz de s'élever lorsqu'ils augmentent de chaleur et de volume, il n'y avait qu'un pas à franchir pour en tirer de plus amples avantages, mais fallait-il encore y songer ? C'est de ce principe que découle l'usage du chauffage à l'eau chaude, ou à la vapeur, ce dernier mode étant moins employé dans les habitations particulières.

Toutes les installations de chauffage central par l'eau chaude peuvent être munies de chaudières à gaz en remplacement de celles en service, les chaudières à gaz ont

tous les avantages des autres systèmes et aucun de leurs inconvénients ; alors qu'au bout d'un certain temps de service nombre d'appareils nécessitent des frais de réparation aussi importants que la première mise de fonds elle-même, le seul organe à remplacer — et non à réparer — dans un foyer à gaz sera la plaque de fond de la chaudière, et c'est tout. Il y a donc intérêt pour les personnes possédant un matériel sur le point de subir de notables travaux de réfection à transformer complètement la source de chaleur et à lui substituer le gaz toutes les fois qu'ils pourront avoir la faculté d'en faire usage. Le prix beaucoup moins élevé des modèles récents n'atteindra même pas les sommes que représenteraient les réparations des vieux accessoires, et le tout sera alors à l'état de neuf, ce qui est à considérer.

Une installation de chauffage à l'eau chaude bien établie (fig. 90) se compose essentiellement de la chaudière — à gaz, toujours de préférence à tout autre combustible — d'une canalisation en fer ou en fonte ; de radiateurs, simples, doubles ou circulaires, poêles ou cheminées spécialement aménagés et munis d'ailettes, au goût du fabricant et de l'intéressé (ce sont les radiateurs qui sont actuellement les plus employés), et d'un réservoir ou vase d'expansion ; ce dernier, comme son nom l'indique, a pour fonction de maintenir un espace libre suffisamment grand et destiné à faire face aux changements importants de volume du liquide lors de son élévation de température ; selon le mode adopté, ces différences de volume sont plus ou moins sensibles.

L'expansion nécessaire à la masse totale d'eau chauffée est pratiquement et au maximum de $\frac{1}{40}$ de cette masse d'eau (1), d'où, pour trouver la contenance du vase d'expan-

(1) La formule théorique est :

$$\frac{M \ 4,492}{40} = Q$$

Dans laquelle 4,492 représente la valeur centésimale de l'expansion de l'eau distillée à 100°.



sion, on se servira de l'égalité : $M \times 0,4 = Q$; dans laquelle : $M =$ masse totale d'eau en circulation ; $Q =$ contenance utile, en litres du vase d'expansion.

Il ne faut pas oublier que l'expansion ne peut se produire qu'entre les deux orifices d'entrée et de sortie et qu'en conséquence l'espace disponible est limité par ces deux orifices.

Au-dessous de une atmosphère, le chauffage est dit à très basse pression ou à l'eau chaude (600 grammes maximum).

De une à deux atmosphères (1033 grammes à 2066 grammes), il se nomme à basse pression.

De deux à trois atmosphères (2 kg 660 à 4 kilos), c'est la moyenne pression.

De cinq à 7 atmosphères (5 à 7 kilos environ), il est dit chauffage à haute pression.

Au-dessus de 7 atmosphères — ce qui est très rare — on a la très haute pression.

En somme, il n'y a pas de différence absolue dans le principe même, il n'y a que dans le premier cas où l'on ne fait usage d'eau à moins de 100 degrés et pour lequel le vase d'expansion peut communiquer directement avec l'air ambiant, c'est une application pure et simple du thermo-siphon ordinaire.

Dans les autres cas, le vase d'expansion doit être obturé par une soupape résistant à la pression à laquelle la chaudière doit fonctionner normalement, c'est-à-dire pour les exemples cités plus haut, respectivement : 2, 3, 7 atmosphères et plus quand il y aura utilité ; on fait alors usage de soupapes de sûreté.

Plus la pression sera élevée, moins il faudra de volume d'eau à échauffer ; c'est le motif qui pousse les appareils à préférer, en certains cas la vapeur, ou la vapeur surchauffée, à l'eau chaude dans les grands édifices où la quantité de liquide en circulation atteindrait, à très basse pression, des proportions colossales.

Les générateurs fournissant plus de 7 atmosphères sont



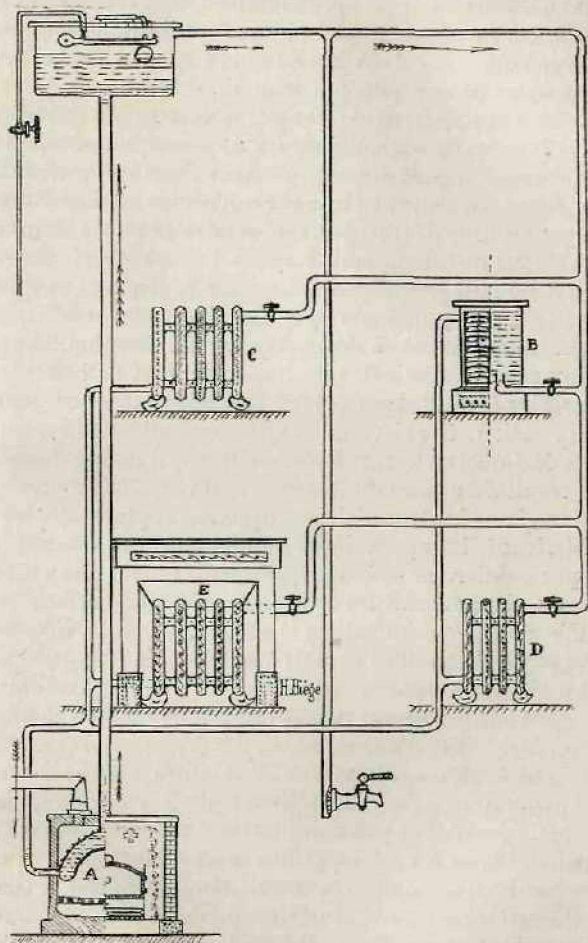


Fig. 90. — Installation schématique de chauffage à l'eau chaude avec cloche et foyer de coke (A) ; poêle à eau (B) ; radiateurs (C. D.) et radiateur enclavé dans un rétréci de cheminée (E).

munis d'un détendeur de pression destiné à ramener cette pression à la normale aux points d'utilisation; ils sont très peu employés dans le chauffage domestique et réservés à des usages plus particuliers.

Quant aux appareils de chauffage mixtes en addition sur les fourneaux de cuisine, ils ne sont qu'une adaptation heureuse à préconiser seulement quand l'on dispose d'un foyer conséquent et dont on n'utilise qu'une partie des calories fournies; ils peuvent rendre alors de signalés services, genre Libau, mais lorsque l'on peut agir autrement, il ne faut pas hésiter à engager la dépense complémentaire à une judicieuse opération, laquelle, ensuite, ne laissera aucunement à désirer dans son fonctionnement et deux sources distinctes de calorifique sont de beaucoup préférables à un unique foyer; cependant dans ce genre de fabrication, il existe un modèle perfectionné construit par la Maison Ducharme et Boequillon, qui donne d'excellents résultats, mais dont la description détaillée ne rentre pas dans le cadre tracé ici, elle appartient plutôt aux traités décrivant les appareils à houille ou à coke, car il ne faut pas oublier, en passant, que tous les foyers de calorifères ou de générateurs à vapeur ont des surfaces de chauffe assez conséquentes (1) pour utiliser le coke au lieu et place de houille; en outre de l'économie réalisée, les dangers seront en partie évités, les résidus de la combustion étant de beaucoup moins délétères et moins méphitiques, c'est-à-dire d'odeur moins désagréable. Ce combustible étant dépourvu de matières volatiles, au cas de fissures dans les organes intérieurs d'un calorifère, par exemple, l'on n'aura pas à craindre d'émanations nocives trop abondantes à l'intérieur des lieux chauffés.

De nombreuses maisons ont adopté aujourd'hui le coke que les usines — partout où il en existe — livrent à un prix modique, concurrençant avantageusement la houille

(1) Pour une puissance de 5.000 calories, les surfaces de chauffe atteignent normalement : 0 m², 55 ; pour 42.000 calories : 1 m² (surfaces minimum).



ou l'anthracite, ces derniers tendant à augmenter constamment de prix de revient. Toutes choses égales, le gros coke criblé — ou le tout venant — sera donc désigné comme combustible dans les installations importantes et de forte consommation. La seule objection que l'on pourrait formuler serait la formation du mâchefer, d'escarbilles ou de scories, mais avec les nouvelles grilles employées maintenant, cette objection tombe d'elle-même puisque les barreaux mobiles permettent un nettoyage aussi facile quelle que soit la nature du combustible solide employé. Le coke métallurgique est d'ailleurs à l'abri de cette observation ; en outre, le coke de gaz est bien meilleur qu'autrefois, l'application des nouveaux procédés de distillation ayant apporté de telles modifications que tous les sous-produits en ont avantageusement profité et le coke le premier.

Calorifères. — Les calorifères à eau chaude (figure 90) déjà plus importants sont généralement établis en cave et destinés à chauffer de grands immeubles.

Leur caractéristique consiste en ce que la chaudière se trouve complètement enfermée dans le foyer, ce qui a pour but d'augmenter énormément la surface de chauffe en contact avec les flammes.

L'eau prise par exemple à une température initiale de $+ 40^{\circ}$ aura atteint $+ 90^{\circ}$ au bout d'environ 1 heure, temps ordinaire de mise en régime normal et l'eau de retour atteindra, à sa nouvelle entrée dans le foyer, environ $+ 45^{\circ}$; à partir de cet instant, l'on conçoit facilement que la dépense de combustible ira en ralentissant jusqu'au moment où la différence de calories nécessaires à la production de $+ 45^{\circ}$ moins $+ 40^{\circ}$ soit obtenue et se maintiendra ainsi tant que durera le service, ou plus exactement tant que le foyer restera allumé. L'on disposera donc, dans les pièces où passeront ces conduits, de $90^{\circ} - 45^{\circ} = 45^{\circ}$ disponibles, mais non utilisables en totalité, car il faut tenir compte des pertes énormes dues aux radiations multiples dont une partie seulement atteindra le



but que l'on se propose. Pour fixer les idées, un exemple suffira : puisque l'on a supposé la température initiale de l'eau à $+ 10^{\circ}$ admettons que l'air extérieur soit également à $+ 10^{\circ}$.

Un immeuble ordinaire construit dans de bonnes conditions, c'est-à-dire bien aéré, dont aucune partie n'aura été chauffée, possédera donc aussi une température égale; or il résulte d'expériences fréquentes qu'une pièce de 40 m^3 , toutes conditions logiques observées, ne pourra se maintenir à plus de 20 ou 22 degrés centigrades avec une source calorifique de 45° .

Il est évident que l'on aura déjà une atmosphère confortable, surtout douce, hygiénique et constante, sensiblement la même dans toutes les parties de la maison, point capital là où l'on recherche le confort, si entré dans les mœurs actuelles.

Commercialement les canalisations d'eau chaude ont 3 mètres de longueur et les diamètres suivants selon l'importance de la distribution :

Extérieur en m/m.											
15	17	21	27	34	42	50	60	67	70	80	100
Intérieur en m/m.											
10	12	15	20	26	33	40	50	57	60	70	90

Dans cette méthode de chauffage (1), il est préférable d'employer des conduites de grande section, malgré la plus importante quantité d'eau mise en circulation; c'est d'autre part le meilleur genre de chauffage qui existe pour les hôtels meublés ou particuliers, villas, petites propriétés de rapport, ateliers d'amateurs, bureaux, etc.

(1) Systèmes Davenne Robin et C^{ie}; Culina, Idéal, Gérard Bécuve, Intensive, Radia, etc.



L'eau circulant dans les conduits étant presque constamment la même et à très basse pression — 600 grammes au maximum — l'entartrage est diminué dans de notables proportions et se réduit presque au néant, d'où il s'en suit une usure négligeable de toute l'installation et une dépense exclusivement réduite à la consommation du coke.

Le chauffage central par l'eau chaude résoud donc le problème si souvent posé du chauffage économique sain et hygiénique d'une propriété de moyenne importance avec un maximum de chaleur pour un minimum de dépenses, proportionnés au degré de température désirée, cette température pouvant d'ailleurs se régler selon les besoins. Les sommes relativement minimales inhérentes à l'installation sont vivement récupérées par l'économie réalisée dans la suite sur le combustible ; la suppression partielle des frais de réparations et d'entretien est aussi un facteur important à son avantage et le meilleur argument réside dans la vogue qui s'en est emparée et l'a si vivement vulgarisé ; c'est encore celui qui répond le mieux aux besoins du chauffage domestique ; la facilité avec laquelle on peut l'installer, sa conduite qui peut être confiée à la première personne venue en font un système de tout repos. Avec lui aucune brûlure n'est à craindre, l'emploi des garde-feux devient inutile puisque les poêles à eau ou radiateurs ne sont jamais que tièdes, les molécules de l'air ne sont pas volatilisées à son contact, par suite cet air reste toujours à son état chimique naturel. Ce dernier point est le plus important et le plus difficile à résoudre peut-être. Toutes ces considérations semblent donc militer d'une manière irréfutable à son extension et ne feront dans l'avenir que rendre une justice méritée à leurs précurseurs pour les bienfaits dont ils auront gratifié leurs contemporains. Leur en sera-t-on jamais reconnaissant ?

Chauffage central à la vapeur. — Si le chauffage à vapeur à basse ou haute pression n'est pas si généralisé, il n'en a pas moins pour lui de fervents adeptes, et si l'on



passait sous silence sa rapide description, cette partie du chauffage central serait bâtarde ; en conséquence, quelques mots s'imposent à son sujet (1).

Basé sur le même principe cité déjà, à savoir : la circulation d'un fluide, eau chaude, ou vapeur dans des tuyauteries disposées convenablement, il ne diffère que par la nature de ce fluide ; au lieu d'eau, c'est de la vapeur plus ou moins surchauffée que l'on utilise.

A basse pression les dispositions à prendre pour son emploi ne sont guère autres que celles du chauffage ordinaire à eau chaude, mais pour la haute et très haute pression — au-dessus de cinq kilos par centimètre carré — il est indispensable de prendre des précautions de prudence sans lesquelles on s'exposerait à de réels dangers. En effet, les générateurs tiennent en réserve une quantité de vapeur susceptible de développer une force considérable, que l'inexpérience, la maladresse ou l'imprudenc e de la personne chargée de leur conduite pourrait rendre fatale. Une construction particulièrement soignée est donc de rigueur et il faut reconnaître que jusqu'alors les fabricants se sont toujours appliqués à éviter des accidents regrettables ; en effet, grâce à d'ingénieux dispositifs, au moment critique, le fonctionnement cessera automatiquement par l'intervention de régulateurs de sûreté, de signaux d'alarme, de valves d'obturation ou de tout organe approprié, sans autre préjudice fâcheux que celui résultant de la brusque interruption du service général, conséquence qui ne se produit d'ailleurs que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles et dont il n'est parlé que pour mémoire.

Les conditions nécessaires à l'obtention de ce genre de chauffage ont pour point de départ les règles générales applicables à la vapeur et sont basées sur les considérations suivantes, qu'il n'est pas inutile de rappeler ici.

La pression, tension ou force élastique de la vapeur est

(1) Comme pour le chauffage à l'eau chaude, il existe 3 genres principaux : basse, moyenne et haute pression. (C'est le premier le plus employé.)



toujours comparée à la pression atmosphérique ; cette dernière étant appelée plus communément atmosphère.

Une atmosphère fait équilibre à 10 m. 33 d'eau, à 76 cm. de mercure, elle exerce une pression de 1 kg. 033 par cm^2 , elle a une température de 100° centigrades et pèse 0 kg. 588. Un kilo de vapeur a un volume à la même pression et à la même température de 1.700 litres et s'échappé librement dans l'air à la vitesse de 211 mètres.

On obtient la pression en kilos de la vapeur par cm^2 en multipliant le nombre d'atmosphères fournies par 1 kg. 033, ce qui donne l'égalité suivante :

$$P = A \times 1,033$$

dans laquelle P = pression ; A = Atmosphères (voir le Gaz d'Eclairage et ses applications modernes, pages 24 et 25, librairie H. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris).

On dit aussi que le centimètre cube d'eau pure donnant à 100 degrés centigrades et à la pression atmosphérique (760 mm. de mercure) 1.700 centimètres cube de vapeur, 1 litre de vapeur dans les mêmes conditions pèsera :

$$\frac{1700}{1} = 0 \text{ gramme } 5882 \text{ et un mètre cube } 0 \text{ kilo } 5882 \text{ —}$$

théoriquement.

La formule pratique est :

$$\text{Poids} = \frac{0,7827}{1 + (0,00375 \times x)} \times t$$

dans laquelle : t = tension en kilogrammes par cm^2 et x = la température en degrés centigrades.

Pour trouver le volume occupé par la vapeur d'eau, on se sert usuellement de la formule suivante :

$$\text{Volume} = \frac{349}{h} \times (270 + x)$$

dans laquelle : h = hauteur mercurielle et x = température en degrés centigrades.

Dans le tableau qui suit nous rappelons en 5 colonnes : la force élastique, la mesure en hauteur mercurielle, la pression, le poids et la vitesse d'échappement de la vapeur d'eau distillée de 0,50 à 8 atmosphères.



Pression, tension ou force élastique de la vapeur en atmosphères	Hauteur de mercure à 0 degré centigrade lui faisant équilibre (en mètres)	Pression, tension ou force élastique en kilos par centimètre carrés	Poids de 1 m ³ de cette vapeur (en kilos)	Vitesse d'échappement de la vapeur à l'air libre (en mètres)
0,50	0,38	0,516	0,319	»
0,75	0,57	0,776	0,451	»
1,00	0,76	1,033	0,588	211
1,18	0,90	1,218	0,684	332
1,50	1,14	1,550	0,854	343
1,75	1,33	1,809	0,984	394
2,00	1,52	2,066	1,111	427
2,25	1,71	2,326	1,238	451
2,50	1,90	2,582	1,363	472
2,75	2,09	2,842	1,487	488
3,00	2,28	3,100	1,611	502
3,25	2,47	3,360	1,734	512
3,50	2,66	3,618	1,855	520
4,00	3,04	4,133	2,096	537
4,50	3,42	4,648	2,334	549
5,00	3,80	5,165	2,568	562
5,50	4,18	5,681	2,802	»
6,00	4,56	6,200	3,033	»
6,50	4,94	6,719	3,281	»
7,00	5,32	7,235	3,488	»
8,00	6,08	8,261	3,934	»

Voici d'autre part un tableau donnant les températures, la tension en mm. jusqu'à 100 degrés et en atmosphères au-dessus de 100 degrés, ainsi que le rapport existant en vapeur pour un volume initial semblable d'eau ayant servi à former cette vapeur.

Les tensions indiquées dans ce tableau sont les tensions maximum de la vapeur d'eau.

Les volumes indiqués s'entendent en tant que vapeur saturant un espace donné, et combien de fois ce volume contient celui de l'eau nécessaire à sa formation dans les conditions déterminées en regard; ou bien : volumes en

litres d'un kilo de vapeur à la température et à la tension correspondantes.

Température en degrés centigrades	Tension en m/m.	Volume ou rapport	Température en degrés centigrades	Tension en m/m.	Volume ou rapport
— 20	1,333	650.588	+ 41	55,772	19.396
— 15	1,879	470.898	42	58,792	18.469
— 10	2,631	342.984	43	61,958	17.572
— 5	3,660	251.338	44	65,627	16.805
= 0	5,059	182.323	45	68,751	15.938
+ 1	5,393	174.495	46	72,393	15.185
2	5,748	164.332	47	76,205	14.462
3	6,123	154.842	48	80,193	13.809
4	6,523	145.886	49	84,370	13.154
5	6,947	137.488	50	88,742	12.546
6	7,396	129.587	51	93,301	11.971
7	7,871	122.241	52	98,075	11.424
8	8,375	115.305	53	103,060	10.901
9	8,909	108.790	54	108,270	10.410
10	9,475	102.670	55	113,710	9.946
11	10,074	99.202	56	119,390	9.501
12	10,707	91.564	57	125,310	9.082
13	11,378	86.426	58	131,500	8.680
14	12,087	81.686	59	137,940	8.303
15	12,837	77.008	60	144,660	7.937
16	13,630	72.913	61	151,700	7.594
17	14,468	68.923	62	158,960	7.267
18	15,353	65.201	63	166,560	6.957
19	16,288	61.654	64	174,470	6.662
20	17,314	58.224	65	182,710	6.382
21	18,317	55.206	66	191,270	6.114
22	19,417	52.260	67	200,180	5.860
23	20,577	49.487	68	209,440	5.619
24	21,805	46.877	69	219,060	5.386
25	23,090	44.411	70	229,070	5.167
26	24,432	42.084	71	239,450	4.957
27	25,881	39.595	72	250,230	4.759
28	27,390	37.888	73	261,430	4.569
29	29,045	35.796	74	273,030	4.387
30	30,643	34.041	75	285,070	4.204
31	32,410	32.291	76	297,570	4.048
32	34,261	30.600	77	310,490	3.891
33	36,188	29.112	78	323,890	3.741
34	38,254	27.636	79	337,760	3.599
35	40,404	26.253	80	352,080	3.462
36	42,743	24.897	81	367,000	3.331
37	45,038	23.704	82	382,380	3.206
38	47,579	22.513	83	398,280	3.087
39	50,147	21.429	84	414,730	2.973
40	52,998	20.343	85	431,710	2.864



Température en degrés centigrades	Tension en m/m.	Volumes ou rapport	Température en degrés centigrades	Tensions en atmosphères	Volumes ou rapport
+ 86	449,260	2.760	+ 94	611,180	2.075
87	467,380	2.660	95	634,270	2.005
88	486,090	2.565	96	658,050	1.938
89	505,380	2.474	97	682,590	1.873
90	525,280	2.387	98	707,630	1.812
91	545,800	2.304	99	733,460	1.751
92	566,950	2.224	100	760,000	1.696.00
93	588,740	2.148			

Température en degrés centigrades	Tension en atmosphères	Volumes ou rapport	Température en degrés centigrades	Tension en atmosphères	Volumes ou rapport
100,0	1	1.696.00	193,7	13	463.74
112,2	1 1/2	1.167.80	197,7	14	453.10
121,4	2	897.00	200,5	15	444.00
128,8	2 1/2	731.39	203,6	16	435.90
135,1	3	619.19	206,6	17	428.74
140,6	3 1/2	537.96	209,4	18	422.28
145,4	4	476.26	212,1	19	416.51
149,1	4 1/2	427.48	214,7	20	411.28
153,1	5	388.46	217,2	21	406.53
156,8	5 1/2	355.99	219,6	22	402.10
160,2	6	328.93	221,9	23	398.21
163,5	6 1/2	305.98	224,2	24	394.56
166,5	7	286.12	226,3	25	391.17
169,4	7 1/2	268.82	236,2	30	377.50
172,1	8	253.59	244,8	35	368.20
177,1	9	227.98	252,5	40	360.08
181,6	10	207.36	259,5	45	354.06
186,0	11	199.27	265,9	50	349.31
190,0	12	175.96			

Les nombreuses expériences de M. Régnault (1) ont eu pour résultat la détermination de la chaleur totale de vaporisation de l'eau et sa chaleur latente par les formules

(1) Chimiste et physicien distingué français, 1810-1874.



$$C^t = 606,5 + 0,303 T$$

$$C^i = 606,5 - 0,695 T$$

C^t = Chaleur totale ;

C^i = Chaleur latente interne ;

T = Température.

Réchauffeurs. — Une application très heureuse du chauffage central, assez préconisée en Allemagne et en Angleterre, consiste à distribuer dans les locaux habités une circulation d'eau chaude (1) à très basse température ; l'installation proprement dite fonctionne avec une chaudière ordinaire — autant que possible à basse pression — mais munie à l'entrée ou dans un endroit propice de l'appartement, d'un appareil particulier, dénommé réchauffeur.

Cet appareil fonctionne au gaz de ville à peu près sur le même principe que les chauffé-bains ordinaires, et peut être comparé à une sorte de *relais*, il a pour but de porter à une température convenable l'eau circulant dans les pièces desservies, et ce au gré du locataire, c'est une dérivation prise sur la canalisation générale et les frais particuliers afférents à sa marche en sont supportés exclusivement par le bénéficiaire. Il en résulte que les charges d'exploitation se trouvent être toujours sensiblement les mêmes pour le propriétaire.

Ce dernier système se rapproche donc du chauffage central *par locataire*, le seul qui, somme toute, soit le plus rationnel puisqu'il est *seul* à donner satisfaction complète. Beaucoup de personnes, en effet, ne font usage de chauffage que dans certains cas extrêmes et dans des conditions variant à l'infini ou quelquefois même par simple caprice. Il est donc juste de ne payer que ce que l'on consomme effectivement ; c'est ce qui a lieu avec ce procédé.

(1) Il est même possible d'intercaler sur le circuit un compteur d'eau chaude, la C^{ie} Française des conduites d'eau ayant créé pour cet usage des compteurs fonctionnant à toutes les pressions et à toutes les températures.



C'est d'ailleurs sur ces considérations qu'ont été créés les plus récents modes d'utilisation de ce genre de chauffage appelé à un grand développement par les constants perfectionnements qui lui sont apportés dans la pratique, des services importants qu'il est à même de rendre et qui deviennent aujourd'hui presque indispensables.

Quel que soit le combustible employé, houille, coke, gaz, l'installation reste la même, il faut seulement partir de ce principe que, dans le chauffage central par étage ou mieux encore par appartement, la chaudière se trouve forcément placée de plain-pied, c'est-à-dire au niveau du sol de l'appartement et que le vase d'expansion ne peut être fixé au plus haut qu'à environ 0 m. 30 du plafond, à moins cependant que — comme dans quelques cas très rares —, l'on puisse disposer d'un emplacement convenable à l'étage supérieur, le fonctionnement se trouve alors amélioré, puisque l'émulsion de la charge d'eau est fonction de la hauteur disponible entre la chaudière et le vase d'expansion, et par conséquent accélère la vitesse de circulation de l'eau dans la tuyauterie et les corps de chauffe.

Les caractéristiques spéciales des chaudières varient quelque peu avec chaque fabricant.

La Société Lepage, Urbain et C^{ie}, dans sa chaudière *Radia*, utilise des tubes en acier étirés à froid, sans soudure, la chaudière même est en acier Martin Siemens de 8 mm. d'épaisseur et par conséquent à l'abri de toute détérioration, elle est agencée pour brûler tout combustible et en se basant sur des essais faits avec des fines d'antracite dont le rendement calorifique est le même que celui obtenu avec le coke de gaz, on obtient les résultats suivants :

Le combustible qui théoriquement fournit environ 8.000 calories au kilogramme n'a un rendement utile que de 4.500 calories (1); or, ces 4.500 calories reviennent à

(1) D'après le constructeur, mais l'on arrive souvent à un meilleur résultat avec la même chaudière.



0 fr. 06 ou 0 fr. 10, ce qui fait 0 fr. 70 approximativement les 400.000 calories.

Les meilleures conditions doivent être recherchées pour obtenir un chauffage aussi avantageux que possible ; pour cela il faut employer une chaudière capable de fournir amplement le nombre maximum de calories, que l'on suppose nécessaires, calories *utiles*, bien entendu. Il n'est pas absolument indispensable de se servir des nombreuses formules existant pour mettre en pratique un chauffage rationnel, car souvent les résultats ne concordent pas avec les fournitures commerciales. Il est beaucoup plus simple et surtout plus rapide de se baser sur les indications suivantes : on table en général sur 25 calories par mètre cube à chauffer dans un immeuble entier. Si cet immeuble n'est appelé à être chauffé que dans quelques pièces, — ce qui est le cas le plus fréquent — on tablera sur 30 calories par m³ pour obtenir une température ambiante de + 16° à une température extérieure initiale de - 5° ; si la rigueur du temps l'exige, il sera toujours possible de pousser légèrement le feu sans difficulté matérielle, et l'équilibre sera immédiatement rétabli.

Connaissant le nombre de calories à fournir, on détermine la section de la cheminée (1) en prenant comme dimensions des boisseaux courants de 20 × 20 jusques et y compris 40.000 calories et 1 décimètre carré pour 10.000 calories dans les puissances plus élevées, soit pour :

50.000 calories :	5 dm ² en boisseaux de	22 × 25 =	5 dm ² 50
70.000 —	7 dm ² —	25 × 30 =	7 dm ² 50
100.000 —	10 dm ² —	33 × 33 =	10 dm ² 89
150.000 —	15 dm ² —	40 × 40 =	16 dm ² 00

etc., etc. Les dimensions commerciales dans la fabrication des boisseaux destinés aux cheminées sont :

$$(1) \text{ La formule théorique est : Section} = \sqrt{\frac{c}{h}} \quad 0,00000465 ;$$

dans laquelle : C = calories à fournir ; h : hauteur présumée de la cheminée en mètres (généralement la hauteur de l'immeuble, plus la souche et la mitre).

DIMENSIONS EN MÈTRES LINÉAIRES	SURFACES EN DÉCIMÈTRES CARRÉS
0,16 × 0,13	2,08
0,19 × 0,17	3,23
0,20 × 0,20	4,00
0,22 × 0,19	4,18
0,25 × 0,16	4,00
0,25 × 0,22	5,50
0,30 × 0,25	7,50
0,30 × 0,30	9,00

Toutes autres dimensions s'établissent généralement en maçonnerie de briques ordinaires.

Dans le montage, on évitera avec soin les angles ou retours brusques, ainsi que toute cause qui aurait pour conséquence une diminution quelconque dans la section de la cheminée, la section devant constamment rester uniforme dans toute sa longueur. Tout angle droit équivaut à un ralentissement de tirage correspondant à 50 mètres; si cet angle est courbe, le ralentissement descend à environ 10 fois moins, soit 5 mètres. Il y a lieu d'ailleurs de se conformer aux dispositions usuelles pour l'établissement des cheminées en s'assurant, à la réception, de son parfait fonctionnement.

Pour une cheminée traînante on pourra dans la partie horizontale augmenter la section de 30 à 40 0/0 sans crainte, si l'on emploie des combustibles gras. Le coke ne laissant presque pas de dépôts ni de suie, cette augmentation deviendra superflue. Toutefois des regards ou trous d'homme pourront être ménagés à chaque extrémité pour la visite ou le nettoyage des carneaux (1).

La puissance de la chaudière, en outre de ses dispositions particulières, se reconnaît à la surface de la grille qui devra être placée au-dessus d'un cendrier contenant une certaine quantité d'eau.

(1) Les considérations précédentes se rapportent naturellement aussi aux cheminées d'usines à gaz, mais en tenant compte de leurs dimensions beaucoup plus vastes.

Sachant qu'un mètre carré évapore en moyenne de 20 à 25 kilogrammes d'eau à l'heure et brûle au maximum de 45 à 50 kilos de combustible (houille ou coke) dans le même temps, on admettra pratiquement 1 dm² pour 1.000 calories, ce qui donnera pour 25.000 calories utiles fournies une surface de 25 dm²; pour 50.000 calories 50 dm², etc., etc.

La Société métallurgique de Montbard-Aulnoy construit également une chaudière « *Intensive* » destinée au chauffage à eau chaude de plain-pied et à étages, donnant d'excellents résultats par sa cloche intérieure, qui forme à la fois émulseur et injecteur.

Dans une installation ordinaire pour le chauffage de plain-pied qui nous occupe plus spécialement, la S.M.M.A. a établi avec une compétence qui n'échappera à personne des tables et abaques d'une justesse et d'une application remarquables; quiconque voulant utiliser ce mode de chauffage consultera avec fruit les renseignements qui y figurent.

La Compagnie Nationale des Radiateurs, dans ses chaudières « *Idéal* », arrive aussi à de très bons résultats et construit des appareils d'une puissance de 6.000 à 55.000 calories et de 52.000 à 310.000 calories avec ses chaudières « *Idéal* » sectionnées.

En vue de restreindre dans la mesure du possible l'emplacement nécessaire à toute installation de chauffage, cette compagnie a mis en service un type spécial dit « *Culina* », qui par son aspect, peut s'adopter parfaitement à la suite des cuisinières existant déjà et former ainsi un tout complet sans posséder l'inconvénient des chauffages mixtes.

C'est une chaudière de niveau, c'est-à-dire de plain-pied, qui fonctionne à feu continu, elle se compose d'un pot de foyer en fonte comprenant le foyer proprement dit, disposé au centre de la circulation d'eau, les branches latérales qui constituent cette circulation d'eau sont réunies et communiquent ensemble dans le bas de l'appareil.



Les flammes ont le même chemin à parcourir que dans les fourneaux de cuisines ordinaires, mais, après avoir léché la partie supérieure de la chaudière, se dirigent vers le bas en traversant alors les carneaux qui forment l'enveloppe des passages réservés à l'eau; ce retour de flamme accélère l'échauffement et augmente d'autant l'élévation rapide de la masse d'eau; une autre disposition particulière consiste dans le doublage de l'enveloppe extérieure en tôle, effectué avec des feuilles d'amiante (silicate de magnésie) qui permet d'éviter tout dégagement supplémentaire de chaleur où se trouve placée la chaudière, c'est-à-dire soit, — comme c'est le cas le plus répandu — dans la cuisine, soit encore dans un endroit quelconque de l'appartement. Le nettoyage est facilité par l'adjonction de quatre portes, dont une réservée au dégrassage de la grille, deux placées latéralement pour l'exécution du même travail dans les carneaux et la 4^e pour l'évacuation des cendres.

Un système approprié de papillons permet de livrer un passage direct aux flammes, lors de la mise en régime lent ou au moment de l'allumage.

Comme on peut s'en rendre compte, toute la construction pratique repose sur des bases absolument sérieuses et ne laisse aucunement à désirer; le ramonage de toutes les parties en contact avec les produits de la combustion a été prévu par des tampons *ad hoc*.

Cette chaudière n'est pas plus haute qu'une cuisinière ordinaire, puisqu'elle est destinée à faire suite, le cas échéant, à une installation de même style; pour tous ces motifs elle est susceptible de trouver sa place partout.

Comme suite à cette courte description, il est nécessaire de mentionner la création des rétrécis métalliques Gérard Bécuve en vue de remplacer les radiateurs ordinaires dans les installations de chauffage central par appartements ou autres. Ces appareils se placent dans les cheminées ordinaires en se substituant aux rétrécis de faïence habituels; ils sont formés de deux tôles d'acier séparées par une

cavité destinée à la circulation de l'eau chaude, ils ont surtout l'avantage de ne prendre aucune place autre que celle réservée à la cheminée elle-même et remplissent le même but que les radiateurs, poêles à ailettes, etc., sans nuire au fonctionnement normal de la dite cheminée, au cas où, pour une raison quelconque, on aurait à faire du feu de bois ou de coke. Ces rétrécis ne changent non plus en rien l'esthétique de la pièce dans laquelle ils se trouvent logés, on peut en effet sans difficulté les décorer *ad libitum*.

Le principe du chauffage central étant établi, pour remplacer le combustible solide par un combustible fluide — tel le gaz d'éclairage — il n'y avait qu'un pas à franchir, il le fut allègrement et aujourd'hui les installations de chauffage par le gaz de ville ne se comptent plus.

Chaudière Ramassot. — Dans cet ordre d'idées, une des premières chaudières vraiment pratiques — et qui depuis a fait ses preuves — fut présentée au 36^e congrès du gaz en 1909 par M. Ramassot.

Décrite en tous ses détails dans *le Gaz d'éclairage et ses applications modernes*, nous n'en donnerons ici qu'une description sommaire, les quelques transformations dont elle a été l'objet depuis ne comportant pas de notables changements.

Cette chaudière (chaudière Ramassot) se compose d'un plus ou moins grand nombre d'éléments en fonte, semblables et par conséquent interchangeable, accouplés en quantités variables selon le nombre de calories à obtenir; ces éléments sont juxtaposés ensemble par des écrous femelles droite et gauche, de forme spéciale, disposés triangulairement et de telle sorte qu'ils laissent entre eux, après la mise en place définitive des éléments, des canaux dans lesquels circulent les gaz chauds de la combustion en enveloppant complètement les canaux de circulation d'eau. La construction des canaux de gaz chauds et d'eau et la circulation méthodique de ces deux fluides donnent des résultats tout à fait surprenants.



Le foyer est formé d'une série de brûleurs *Bunsens* du type spécial *Visseaux*, dont un par élément. Ces brûleurs sont étudiés et construits en vue d'une marche à débit pouvant varier dans d'importantes limites; 200 à 800 litres à l'heure; ils sont montés sur une rampe susceptible de se mouvoir à volonté et portant toute la robinetterie. Des ajutages convenablement disposés facilitent la marche en régime réduit ou intensif avec un nombre de brûleurs quelconque.

Un régulateur fixé sur la canalisation de départ d'eau chaude et agissant sur l'admission du gaz complète l'installation en maintenant la température voulue et constante (1).

Les principales caractéristiques des chaudières Ramassot sont les suivantes :

Caractéristiques des Appareils "RAMASSOT"

NOMBRE de Brûleurs	ENCOMBREMENT			DIAMÈTRE UNIQUE des connexions de départ et de retour 50×60	DIAMÈTRES des Tuyaux de fumée	Diamètres intérieurs des tuyaux de gaz	CONTENANCE d'eau en litres	POIDS approximatif	PUISSANCE en Calories-heure
	Hauteur	Largeur	Profondeur						
2	1m100	0m400	0m390		60	20	10	150	6.000
3	»	0m500	0m395		60	25	15	260	9.000
4	»	0m600	0m400		67	25	20	250	12.000
5	»	0m700	0m405		83	30	25	300	15.000
6	»	0m800	0m410		83	35	30	350	18.000

Comme il est facile de s'en rendre compte, les dimensions de ces appareils sont réduites et tout concourt donc

(1) Pendant toute la durée de la 1^{re} exposition internationale des Arts et du Travail qui eut lieu à Paris au Grand Palais des Champs-Élysées, de juillet à octobre 1912, on a pu admirer une chaudière Ramassot, en plein fonctionnement dans une dépendance du Stand de la Société du Gaz de Paris. L'allure régulière, la température douce, les lignes harmonieuses de cet appareil ont valu à son constructeur les plus vives félicitations du Jury.

à accentuer encore la faveur du public pour ce genre de construction. Les nombreuses références adressées spontanément à M. Visseaux, à Lyon, ainsi qu'à M. J. Pautet, ingénieur à Paris, sont à l'égard du fonctionnement et du rendement thermique pleines d'éloges.....et, croyons-nous, des plus méritées.

Chaudière Clamond. — Vers la même époque, une autre maison, et non des moins importantes, mit en construction sur une vaste échelle une chaudière à gaz, étudiée avec tous les derniers perfectionnements acquis dans la science du chauffage et qui obtint à son tour un rapide succès, succès qui, d'ailleurs, ne s'est pas encore atténué, nous voulons parler de la nouvelle chaudière à gaz à circulation accélérée pour le chauffage par l'eau chaude de la Société Française de Chaleur et Lumière.

Une remarquable communication en ayant été effectuée au 38^e Congrès de la Société Technique du Gaz en France (1), l'on ne peut mieux faire que reproduire ici *in extenso* la dite communication précédée d'un intéressant préambule sur le chauffage central en général.

La voici donc rapportée intégralement :

Nouvelle chaudière à gaz à circulation accélérée pour le chauffage central par l'eau chaude de la Société Française de Chaleur et Lumière, par M. L. BERTIN.

I. — *Généralités sur le Chauffage Central.* — Le chauffage central s'effectue par circulation de vapeur ou d'eau chaude, à basse, moyenne ou, plus rarement pour les habitations, à haute pression.

Le *chauffage par la vapeur à basse pression* présente les avantages d'une petite masse d'eau à échauffer, de canalisations de faibles diamètres, d'une certaine souplesse, mais nécessite, ce qui est souvent peu commode, une chaudière en contre-bas des surfaces de chauffe, une canalisation spéciale pour le retour de l'eau condensée, beaucoup de soins dans le montage et offre des difficultés de réglage qui, dans la pra-

(1) Tenu à Marseille les 22, 23 et 24 mai 1911.



tique, le rendent peu économique. Il est certainement 15 à 20 0/0 plus cher que le chauffage par l'eau chaude.

Le chauffage par l'eau chaude à basse pression, soit par immeuble, soit par appartement, est actuellement le plus employé. La chaudière peut être établie de plain pied avec les radiateurs ; la surveillance et l'entretien sont moindres et le chauffage est assez régulier. On lui reproche de nécessiter des canalisations d'un assez gros diamètre, qu'il n'est pas toujours facile de dissimuler ; la canalisation de retour doit être au niveau du plancher et cela ne va pas sans complications au passage des portes ; enfin, le volume d'eau à chauffer étant important, l'effet utile est assez long à se faire sentir.

Les installations de chauffage central par immeuble, qui ont longtemps eu la vogue, n'ont pas été sans causer aux propriétaires quelques déboires par suite de dépenses anormales ou inutiles dues à la difficulté de la surveillance (gaspillage du combustible, défaut de réglage, etc.) et des réclamations des locataires, trop ou insuffisamment chauffés. Et l'on est venu, tout naturellement, au chauffage par appartement, qui a l'avantage d'une surveillance plus facile, et laisse le locataire seul maître de son chauffage. Mais, pour le réaliser, il faut des chaudières de faible encombrement, de conduite et de réglage faciles, dont le service puisse être fait, au besoin, par une bonne. On a été tout naturellement conduit à essayer d'utiliser le gaz comme combustible, pour supprimer les approvisionnements de charbon, tous les ennuis de son usage et utiliser le réglage automatique de la dépense, que seul il permet réellement.

Les premières chaudières à gaz furent du type *thermo-siphon*, le plus généralement utilisé pour le chauffage à eau chaude. Les nombreux appareils de ce système ne diffèrent que par les dispositifs employés pour obtenir la meilleure utilisation possible de la chaleur, plateaux, tubes, serpents, etc. ; ils comportent presque tous un régulateur de température et s'installent, soit comme les chaudières ordinaires, soit en by-pass sur les canalisations eau chaude et eau froide d'une installation déjà existante. Dans ce cas, assez fréquent en Angleterre, ils sont surtout destinés à doubler des chaudières placées dans le foyer des fourneaux de cuisine.

Ces appareils, qui présentent les avantages inhérents à l'emploi du gaz, méritent les reproches communs à tous les thermo-siphons : gros diamètres des canalisations, retour par le plancher, circulation lente et, comme conséquence, longue

durée de la mise en régime. Ces défauts sont propres au fonctionnement même du thermo-siphon qui, dans le cas le plus général, est le suivant (fig. 91) :

Une chaudière C est réunie à un vase d'expansion V sur lequel est branchée l'alimentation d'arrivée d'eau chaude à un radiateur R. Le retour de l'eau à la chaudière s'effectue à la partie inférieure par le tuyau T. La différence de température, et, par suite, la différence de densité de l'eau, moindre au départ de la chaudière qu'à son retour, donne naissance au mouvement de circulation. Selon Pécelet, cette force hydromotrice E peut s'exprimer par la formule :

$$E = h \frac{d_1 - d}{d_1}$$

h , étant la hauteur en mètres du niveau supérieur de l'eau dans le vase d'expansion au-dessus du tuyau de retour T ; d_1 et d étant les densités de l'eau refroidie et de l'eau chaude.

La vitesse théorique de circulation sera $V = \sqrt{2gE}$, et la vitesse pratique ou réduite, pour l'expression de laquelle un grand nombre de formules ont été proposées, pourra s'écrire :

$$v = \sqrt{\frac{2gE}{1 + R}}$$

R, étant la somme des résistances dues aux frottements et aux pertes de charges du circuit, d'ailleurs proportionnelles à sa longueur et à un certain coefficient numérique (coefficient de Darcy) et inverse de son diamètre :

$$R = \frac{l}{D}$$

Ces formules mettent en évidence que la vitesse de circulation augmente avec E, c'est-à-dire avec h et avec la différence ($d_1 - d$), puis avec le diamètre des caualisations D, pour diminuer au contraire avec leur longueur l .

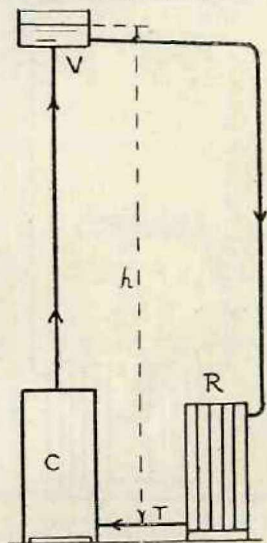


Fig. 91. — Procédé par thermo-siphon

Or, dans la pratique, la hauteur h est limitée par celle même des appartements et l'on ne peut guère l'augmenter qu'en plaçant la chaudière en contre-bas des radiateurs, ce qui est toujours un inconvénient et souvent une impossibilité.

Pour que $(d_1 - d)$ soit aussi grand que possible, comme on n'est pas maître de la température de retour d_1 , du reste variable, il faut diminuer d , c'est-à-dire faire partir l'eau de la chaudière à une température aussi élevée que possible; en marche normale, cette température varie de 90 à 100°, maximum qu'on ne peut dépasser dans le chauffage à basse pression.

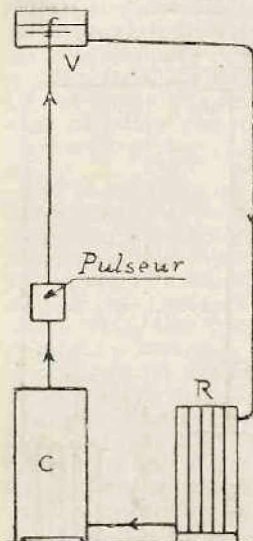


Fig. 92. — Procédé par pulsion.

La longueur l est fixée par les conditions mêmes de l'installation, et le diamètre D reste le seul facteur variable; on sera donc conduit à choisir D aussi grand que possible pour conserver à v une valeur acceptable.

Ex. — Supposons que la température de départ soit 95°, celle de retour 60° (1) et calculons les valeurs de E , de V et v , pour $h = 400$, $ml = 100$, $mD_1 = 20$ mm., $D_2 = 50$ mm.

$$E = 4 \left(1 - \frac{0,96223}{0,98330} \right) = 0,085$$

$$V = 2 \times 9,81 \times 0,085 = 1,296 \text{ m à la seconde}$$

Pour calculer v , nous utiliserons, comme on le fait dans la pratique, les coefficients de réduction des vitesses théoriques données par les tables; nous aurons :

$$V_1 = 1,296 \times 0,045 = 0,058 \text{ m par seconde.}$$

$$V_2 = 1,296 \times 0,09 = 0,116 \text{ m " "}$$

Pour augmenter les vitesses, sans avoir besoin de prendre de gros diamètres, ce qui est à la fois laid et coûteux, on a essayé de nombreux procédés dits à *circulation rapide ou accélérée* dont voici quelques exemples.

(1) Pour une différence de température de 95° au départ et 50° au retour, on aurait $E = 0,445$, soit près du double.

1^o Par *pulsion*. — Un dispositif de pulsion, injecteur, monte-jus, etc., actionné par la vapeur et disposé sur la colonne de départ provoque périodiquement l'ascension de l'eau chaude jusqu'au bac d'expansion; l'eau circule par son propre poids dans la colonne descendante (fig. 92).

2^o Par *aspiration*. — La circulation est provoquée par un vide réalisé périodiquement, à l'aide de la vapeur, en un point quelconque de la canalisation, généralement vers l'extrémité (fig. 93).

3^o Par *accélération mécanique*. — Une pompe P est intercalée dans le circuit, sur le retour de l'eau refroidie à la chaudière (fig. 94).

4^o Par *émulsion de vapeur ou d'air dans la colonne ascendante*. — C'est ce système qui est le plus communément employé; bien que moins énergique que les précédents, il est capable de vaincre des résistances importantes; il permet des diamètres très réduits et l'installation de radiateurs même en contre-bas de la chaudière.

En voici le principe: Une émulsion constituée par l'échappement au sein d'une masse d'eau, de bulles d'air ou de vapeur, produit un mélange dont la densité est moindre que celle du liquide primitif. Par conséquent, si en un point M de la colonne ascendante d'un thermo-siphon (fig. 95), on injecte par un ajutage convenable de la vapeur à une pression supérieure à celle représentée par la colonne d'eau h , il se produira une émulsion; la densité d' du mélange d'eau chaude et de bulles de vapeur sera sensiblement moindre que celle de l'eau chaude seule, et la circulation sera accélérée, la différence $d_1 - d$ étant plus grande que $d_1 - d$.

Ex. — Pour fixer les idées, supposons, toutes les autres données de l'exemple précédent restant les mêmes, que la densité de l'émulsion soit les $3/4$ de celle de l'eau chaude à 95°.

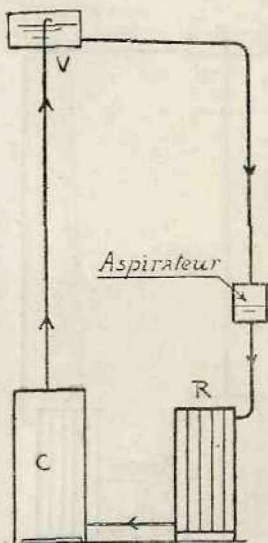


Fig. 93. — Procédé par aspiration.

La force hydro-motrice sera :

$$E' = 4 \left(1 - \frac{0,73746}{0,98330} \right) = 1,00$$

soit environ 12 fois la valeur de E dans le cas du thermo-siphon.

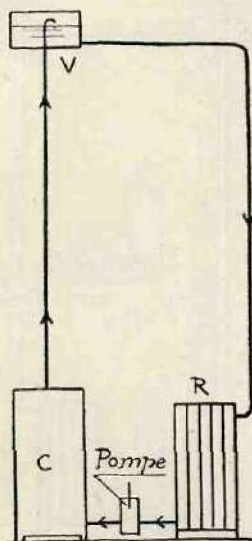


Fig. 94. — Procédé par accélération mécanique.

La vitesse théorique $V' = 2g E'$ sera de 4,429 m à la seconde, soit 4 fois plus vive, et on obtiendra avec une canalisation en 20 mm. une vitesse pratique supérieure à celle que donnait le thermo-siphon avec des tuyaux de 50 mm., d'où économie d'installation, tuyautage plus facile à dissimuler, etc.

Ces considérations générales étaient nécessaires pour montrer l'importance des chaudières à circulation rapide ou accélérée, *rapide* dans les cas où l'on emploie un dispositif mécanique, pompes, aspirateurs, etc., et seulement *accélérée* lorsqu'on se contente d'augmenter la force hydromotrice en diminuant par émulsion la densité de la colonne d'eau au départ de la chaudière.

II. — **Chaudière Clamond.** — La chaudière à circulation accélérée étudiée par Clamond et construite par la *Société Française de Chaleur et Lumière*, est une application du procédé d'accélération par émulsion, à l'aide de la vapeur, de la colonne d'eau ascendante. Elle se distingue des autres appareils construits sur ce même principe, par la grande simplicité de son émulseur, faisant corps avec la chaudière et ne nécessitant aucun tuyautage spécial.

Description. — La chaudière Clamond (fig. 96) comprend :
1° Une chaudière cylindrique verticale en acier soudé à l'autogène, constituée par une double paroi AB et un bouilleur central C. Des cloisons formées par des cylindres ouverts à leurs extrémités servent de chicanes en D et en E, et provoquent la circulation; l'eau monte le long des parois B et C les plus chaudes et redescend de l'autre côté des cloisons.

Un bouchon Q sert à la vidange. Un calorifugeage complet de la chaudière évite les pertes de chaleur par rayonnement;

2° Un émulseur placé à la partie supérieure de la chaudière est logé dans un petit cylindre K faisant corps avec elle. Il se compose uniquement d'un tube recourbé L, portant, à des niveaux différents, deux séries de fenêtres carrées M et N. Aux extrémités du tube émulseur sont fixés les raccords de départ de l'eau chaude O et de retour de l'eau refroidie L;

3° Un brûleur à flammes multiples F, logé dans le socle en fonte G supportant la chaudière. Il est formé d'un bunsen tronconique en fonte, système Clamond (1), avec injecteur à un seul trou, larges prises d'air et bague de réglage, terminé par une tête plate et large. La partie centrale de la tête est pleine; la combustion s'opère à l'extrémité de 21 petits tubes inclinés, disposés à la périphérie.

L'allumage se fait à l'aide d'une flamme pilote V, sorte de veilleuse indépendante, commandée par un robinet spécial S, pris avant le robinet T du brûleur F. Les flammes lèchent la paroi B et entourent la partie inférieure du bouilleur C; les gaz chauds circulent dans l'espace annulaire CB, passent par les ouvertures H entre l'enveloppe extérieure et la paroi

A et sont évacués à la partie inférieure en J, par une buse reliée à un tuyau d'évacuation. Il est bon de munir ce tuyau, à 1,50 de la buse, d'un cône pour empêcher les refoulements sur le brûleur; ce tuyau, formant cheminée, débouche à l'extérieur et se termine généralement par un chapeau-aspirateur;

4° Un régulateur R (fig. 96), branché sur le tuyau de retour L, et relié à la canalisation de gaz, commande l'alimentation du brûleur F. Il est du type déjà utilisé par la Société Française de Chaleur et Lumière pour ses chauffes-bains Gulf-

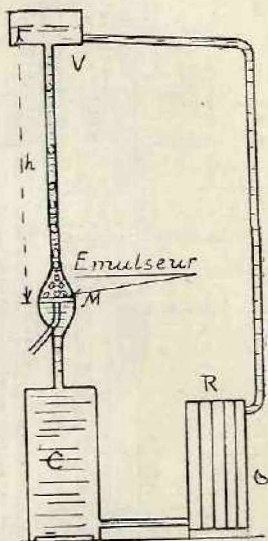


Fig. 95. — Procédé par émulsion.

(1) Voir le *Gaz d'Éclairage et ses applications modernes*, librairie H. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris.

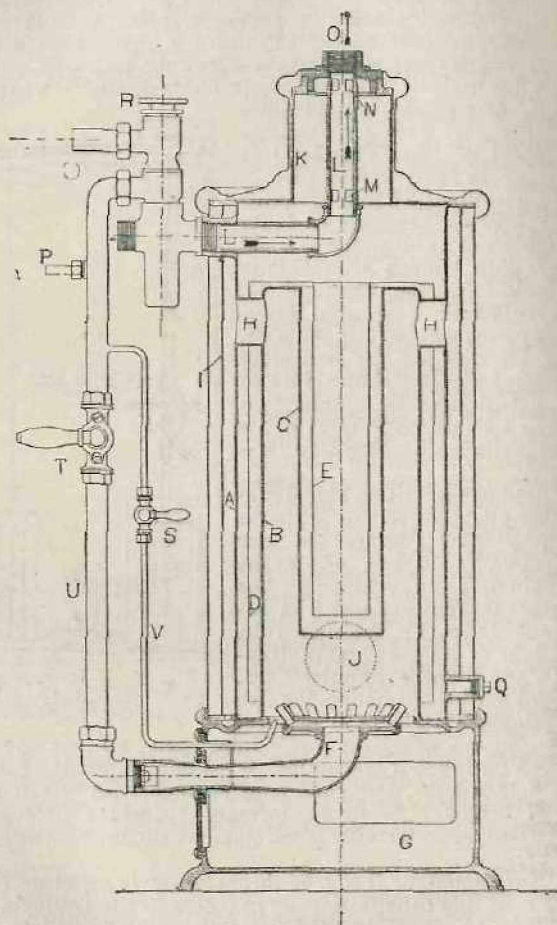


Fig. 96. — Chaudière Clamond; coupe.

Stream (1) et est constitué (fig.97) par un vase A facilement compressible, formé de lentilles en acier soudées les unes aux autres et disposé dans un réservoir étanche B plein d'un liquide très dilatable : de l'huile de pétrole, par exemple. Au fond du vase A est soudée une tige I portant un ressort et un obturateur J. Le tout est disposé de façon que B soit immergé dans l'eau refroidie rentrant à la chaudière et qu'à froid J se trouve à une petite distance du tube fileté K, qui reçoit le gaz venant de F par quatre ouvertures circulaires. F est réuni à la conduite de gaz et G à l'alimentation du brûleur. Un bouton M permet de faire varier la distance de l'extrémité du tube fileté au plateau obturateur J.

Fonctionnement. — Lorsque le liquide de B se dilate, il agit sur le vase A, le comprime et fait monter le fond; la tige I s'élève, le plateau J se rapproche de plus en plus de l'extrémité du tube fileté K. Et l'on peut, en agissant sur M, régler l'appareil pour que le gaz soit complètement fermé à une température donnée. En pratique, on fixe l'extrémité du tube K de façon à ce qu'il soit obturé par J, lorsque le liquide de B est à 60°.

Installation de la chaudière. — La fig. 98 représente le schéma d'une installation simple réalisée avec la chaudière Clamond.

La sortie de la chaudière est raccordée par le tuyau O au vase d'expansion P, fermé, muni d'un tube de niveau et d'une soupape en caoutchouc, pouvant s'ouvrir sous la pression intérieure pour laisser échapper l'air et, en cas d'excès, la vapeur. Du vase d'expansion, un tuyau Q va au

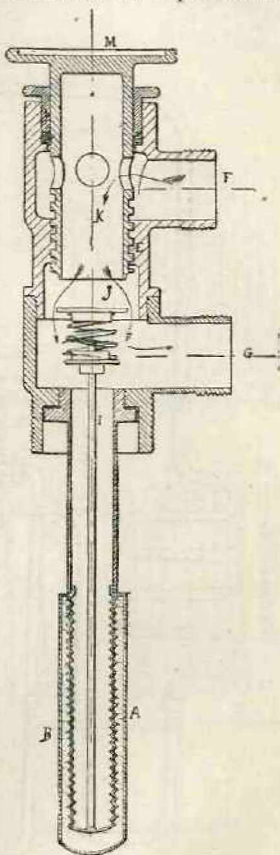


Fig. 97. — Régulateur de température.

(1) Cf. compte rendu Soc. Tech. Lyon, 1909, p. 333

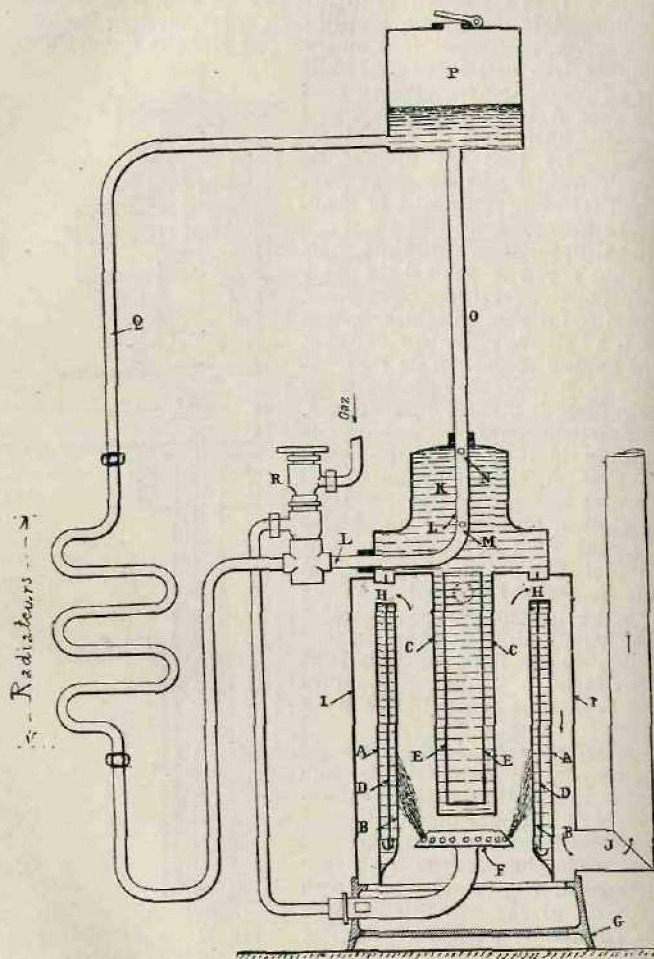


Fig. 98. — Chaudière à gaz à circulation accélérée.

radiateur et celui-ci à son tour est réuni à la chaudière par un tuyau raccordé au régulateur.

Le départ et le retour se font donc par la partie supérieure de la chaudière.

Fonctionnement de la chaudière. — La chaudière, les radia-

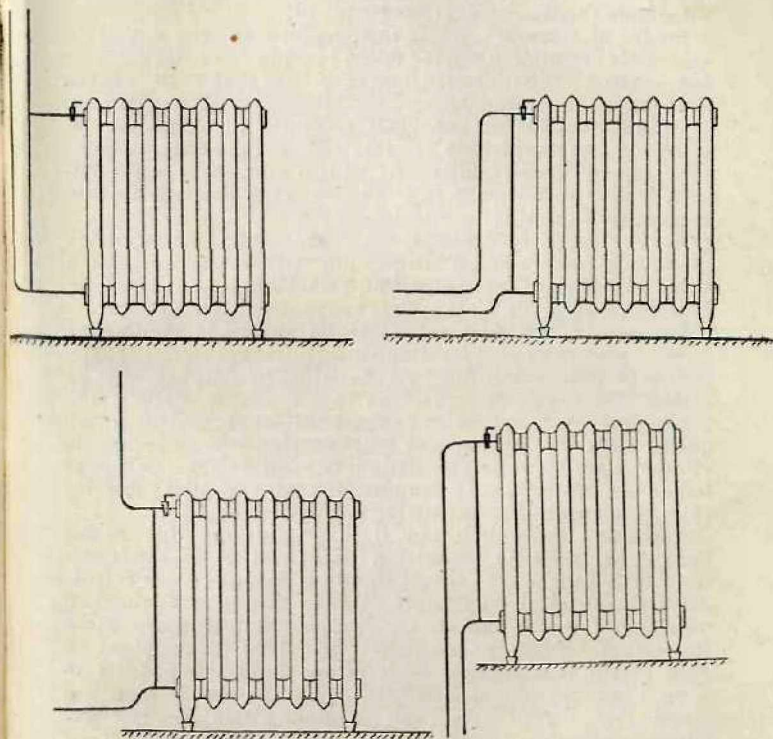


Fig. 99. — Différents modes de dérivation suivant les cas.

teurs et la canalisation étant remplis d'eau jusqu'à moitié environ du tube de niveau du vase d'expansion, on allume le bec pilote V, puis, en tournant T (fig. 96), le brûleur F. On ferme alors S.

L'eau contenue dans la chaudière s'échauffe rapidement, étant donné son volume réduit et la grande surface de

chauffe (24 l d'eau et 1,17 mq de surface pour une chaudière de 10.000 calories). L'eau chaude s'élève dans O, en passant par les ouvertures N, l'eau froide revient par L, et se déverse dans la chaudière M, et sous la seule influence des différences de densité, l'appareil commence à fonctionner comme un simple thermo-siphon (fig. 100 et 101).

Au fur et à mesure que la température de l'eau s'élève, la vitesse de circulation augmente, et lorsque l'eau fait retour à 40° environ, l'ébullition commence. Les bulles de vapeur s'élèvent dans K, quelques-unes s'échappent par N; la plupart sont condensées par l'eau refroidie revenant par M. Quand la température de l'eau de retour augmente, l'ébullition devient plus régulière, de petites émulsions se produisent dans O et la vapeur se condense avant d'arriver au vase d'expansion ou dans le vase lui-même.

Après chaque émulsion, il y a augmentation de la vitesse de circulation et afflux d'eau refroidie par M; puis l'émulsion subit un temps d'arrêt jusqu'au relèvement de la température de retour; elle n'est jamais bruyante ni tumultueuse.

Lorsque la température s'élève davantage, le phénomène devient plus intense et les émulsions, quoique intermittentes, sont plus fréquentes. Elles ne deviennent continues, tout en restant très régulières, que vers 50-60° (eau de retour); une partie de l'eau de retour en s'échappant par M condense quelques bulles de vapeur; une autre partie, entraînée par la vitesse assez forte de circulation, condense dans O d'autres bulles de vapeur avant leur arrivée au vase d'expansion; cette condensation a une action régulatrice (fig. 101).

Après une forte ébullition, il se produit un vide relatif dans P, par suite de l'expulsion de l'air et de la condensation de la vapeur; il s'ensuit un afflux intense d'eau refroidie arrivant par L et produisant dans K une condensation de vapeur; si le clapet de caoutchouc du vase d'expansion P, restant fermé, ne maintenait pas dans ce récipient un vide relatif, il pourrait y avoir retour en arrière par O vers K de l'eau chaude et ébullition tumultueuse. Il n'en est jamais rien, car dès que l'eau de retour atteint 60°, le régulateur fonctionne: le vase A (fig. 97) se contracte et fait monter le plateau J jusqu'à diminuer le passage du gaz. La température baisse dans la chaudière, l'émulsion diminue, la circulation se ralentit, l'eau revient à l'appareil à une température décroissante, jusqu'au moment où, le liquide du régulateur se contractant, le vase A se dilate et par l'intermédiaire de I ouvre de nouveau en grand le passage au gaz.

Les variations de température de l'eau de retour assurent le fonctionnement du régulateur de façon à ne fournir au brû-

leur que la quantité de gaz nécessaire pour que cette température atteigne, mais ne dépasse pas 60° . Dans la pratique, la fermeture de plusieurs radiateurs, par exemple, venant à

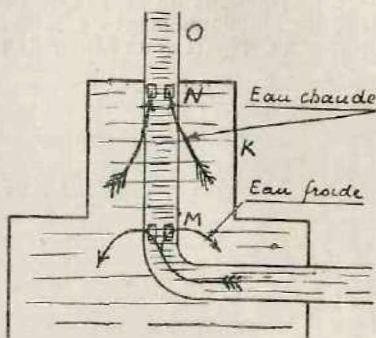


Fig. 100. — Fonctionnement en régime normal.

diminuer la consommation de chaleur, la température de l'eau s'élèvera brusquement et le régulateur, fonctionnant en

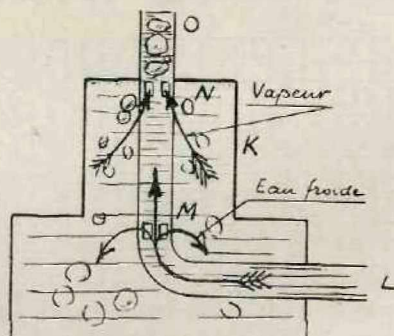


Fig. 101. — Fonctionnement, début.

grand, fermera complètement l'arrivée du gaz, pour ne la rouvrir petit à petit qu'au moment où l'eau de retour sera à moins de 60° . Durant ce temps, le brûleur ne sera plus maintenu allumé que par un filet de gaz venant directement de la canalisation en P, sans passer par le régulateur R.

Régularité de marche. — Les diagrammes fig. 102, 103, établis d'après des relevés faits sur une chaudière de 10.000 calories, alimentant 3 radiateurs et chauffant un cube d'environ 350 mc. permettent de se rendre compte de la parfaite régularité de fonctionnement de la chaudière. Des thermomètres placés au départ et au retour de la chaudière

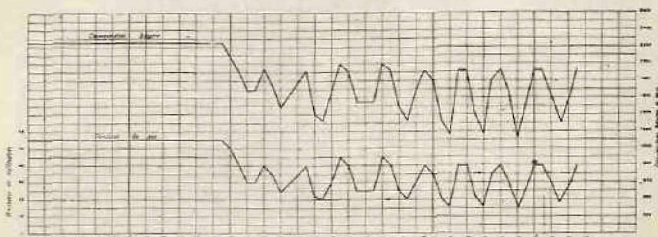


Fig. 102. — Graphique de fonctionnement (consommation).

et dans le tuyau d'évacuation des produits de combustion, ont servi à la mesure des températures; un compteur a permis

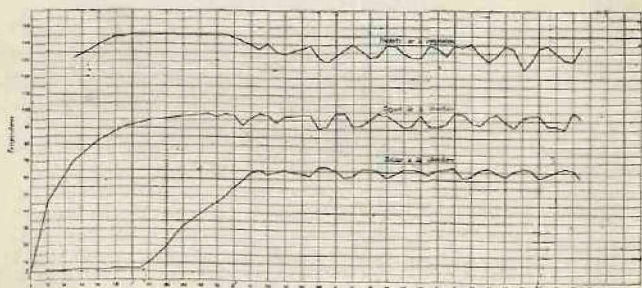


Fig. 103. — Graphique de fonctionnement (température).

de connaître à chaque instant la dépense de gaz. La figure 104 résume les résultats obtenus.

Au début, l'eau est à 5° et le compteur débite 37,5 l. à la minute, soit 2.250 l. à l'heure. La température de l'eau au départ s'élève rapidement; elle atteint 95° en 1 h. 40, puis croît encore jusqu'à 98° (1 h. 40). L'eau de retour reste sen-

siblement à la température initiale pendant 1 h. 10, puis passe en 1 h. à 65°. A ce moment, le régulateur fonctionne, la consommation de gaz passe de 37,5 l. à la minute à 28,33 l., soit environ 1.700 l. à l'heure. La période de régime est alors terminée (2 h. 10). L'eau au départ va se maintenir à une température moyenne de 93°, celle de retour vers 65°, et la dépense de gaz, suivant très exactement les variations

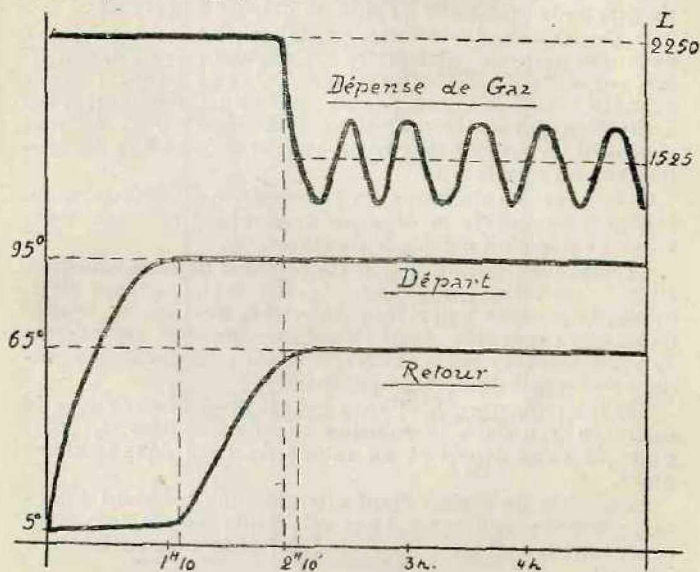


Fig. 104. — Courbes de rendement.

de température, variera de 1.000 à 2.000 l. à l'heure, soit exactement 1.525 l. en moyenne. On peut vérifier que les variations de température de l'eau sont au plus de 5° et qu'il y a concordance, à 5 minutes près, entre les changements de température de l'eau de retour et ceux de l'eau de la colonne de départ (1).

La température des gaz brûlés après s'être maintenue constante à 145°, pendant près de deux heures, n'accuse plus,

(1) 350 mètres cubes représentant approximativement un appartement ordinaire de 10 pièces et de chacune 35 mètres cubes

passé ce temps, que des variations de 10° au plus. Cette température moyenne de 130° évite les condensations qui se produiraient si le gaz usés étaient évacués à moins de 100° (1).

Rendement thermique. — Le rendement, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de calories fournies par la chaudière, au nombre de calories qui lui sont fournies par la combustion du gaz, a été déterminé à l'aide du dispositif (fig. 105).

1° On absorbe les calories produites par la chaudière A dans une sorte de calorimètre à circulation d'eau B, constitué par un récipient cylindrique à double paroi, l'espace annulaire étant parcouru par un serpentín. Un courant d'eau à pression constante provenant d'un réservoir C traverse l'appareil de bas en haut. L'eau à sa sortie peut être recueillie dans un vase taré D.

2° Le pouvoir calorifique du gaz employé est déterminé au Junkers; on mesure la dépense de gaz sous pression constante à l'aide d'un compteur d'expérience.

La chaudière laissant partir les produits de la combustion à 130°, c'est-à-dire non condensés, on a déterminé, par similitude, le pouvoir calorifique inférieur, c'est-à-dire vapeur d'eau non condensée. Pour l'essai calorifique et pour l'essai de rendement, le gaz a été employé dans les mêmes conditions de température et de pression.

Des thermomètres, t_1 et t_2 , sont placés à l'entrée et à la sortie de l'eau dans le calorimètre; deux autres, t_3 et t_4 , sont placés au départ et au retour de l'eau dans la chaudière.

La période de régime étant atteinte, on a, pendant 4 heures, procédé régulièrement aux relevés de température et de consommation et au pesage de l'eau recueillie en D. On a trouvé :

(moyenne habituelle), nous trouverons donc d'après l'exemple ici cité :

4525 litres à l'heure pendant 24 heures = 36.600 l. pour 350 m³ ou 10 pièces.

Pour 1 pièce 10 fois moins ou 36.600 : 10 = 3.660 à 0 fr. 20 les 1000 litres :

0 fr. 20 : 1000 = 0 fr. 00020 le litre, et pour 3.660 litres :

3660 × 0 fr 00020 = 0 fr. 732, soit environ 0 fr. 75 par jour... à peine le prix de revient d'un poêle à consommation réduite.

(1) Condition absolument indispensable.

Dans une, déjà vieille, installation on a recueilli la quantité colossale de 75 centilitres d'eau de condensation par mètre cube brûlé (Hiver 1911-1912), avec une chaudière de type étranger à celle-ci.



Température moyenne de l'eau à l'entrée dans la chaudière	28°7
— — — à la sortie de la chaudière.	89°
— — — à l'entrée du calorimètre.....	13°
— — — à la sortie du calorimètre.....	54°43

Consommation de gaz: 9.360 litres. Pouvoir calorifique: 4.500 calories. Calories fournies à la chaudière:

$$9.360 \text{ l} \times 4.500 = 42\ 120 \text{ cl.}$$

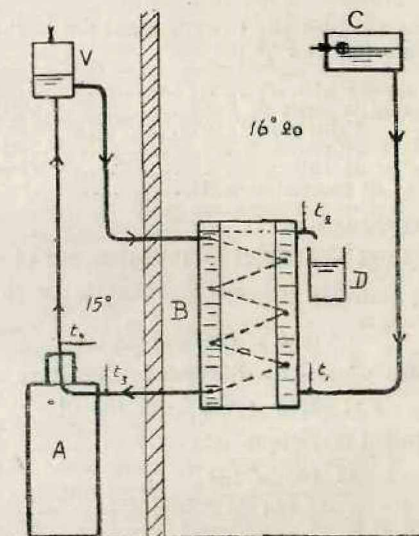


Fig. 105. — Dispositif de vérification du rendement thermique.

Poids d'eau ayant traversé le calorimètre: 674,384 kg.

Calories cédées par l'eau de la chaudière au calorimètre:

$$674,384 (59^{\circ}43 - 13^{\circ}) = 31.321 \text{ Cl.}$$

A ces 31.321 Cl., il convient d'ajouter les calories perdues par rayonnement du tuyautage, du vase d'expansion et de la surface extérieure du calorimètre, non calorifugés. On les détermine par le calcul:

1° Calories perdues par rayonnement du vase d'expansion et du tuyautage le réunissant à la chaudière et au calorimètre:

Surface rayonnante.....	0.326 m q.
Température au départ de la chaudière.....	89°
— à l'entrée dans le calorimètre.....	86°
— moyenne.....	87°5
— de l'air.....	15°
Coefficient de transmission à 87°5	10.75

Calories rayonnées :

$$0,326 \times 10,75 (87^{\circ}5 - 15^{\circ}) = 254 \text{ cl.}$$

2° Calories perdues par rayonnement de la surface extérieure du calorimètre :

Surface rayonnante.....	1.068 m q.
Température de sortie de l'eau.....	59°43
— d'entrée de l'eau.....	13°
— moyenne.....	36°21
— de l'air.....	16°20
Coefficient de transmission (1).....	9

Calories rayonnées :

$$1,068 \times 9 (36^{\circ},21 - 16^{\circ},20) = 192 \text{ Cl.}$$

Total des calories perdues pendant la durée de l'essai, 4 heures :

$$4 (254 \times 192) = 1784 \text{ Cl.}$$

Le total des calories fournies par la chaudière est donc :

$$31.321 + 1.784 = 33.105 \text{ Cl.}$$

Le rendement thermique est :

$$\frac{33.105 \times 100}{42.120 (2)} = 78,59 \text{ 0/0.}$$

Mais la méthode d'essai employée comporte plusieurs causes d'erreurs assez importantes et le rendement est certainement supérieur au résultat trouvé ; il doit dépasser 80 0/0.

Avantages de la chaudière Clamond. — Telle qu'elle vient d'être décrite, la chaudière Clamond présente sur les thermo-siphons les avantages suivants :

1° Force hydromotrice plus élevée et, comme conséquence, vitesse de circulation accélérée permettant des canalisations de diamètres réduits, une plus grande longueur de tuyautage, des surfaces rayonnantes moindres, etc. ;

2° Possibilité de placer la chaudière à un niveau quelcon-

(1) A 36°21.

(2) Calories fournies à la Chaudière.



que par rapport aux radiateurs. Cela permet une grande liberté dans la pose des canalisations et, notamment, de faire à volonté les retours d'eau à la chaudière par le plafond ;

3° Le fonctionnement de l'émulseur est silencieux et régulier ; le régulateur, très sûr, limite la consommation de gaz aux quantités strictement nécessaires pour maintenir l'eau de retour à température constante et, par conséquent, pour assurer dans les locaux une chaleur bien égale ;

4° Enfin, le faible encombrement de l'appareil, sa présentation, sa facilité d'installation se pliant à tous les besoins, la simplicité de son fonctionnement et de son entretien, l'indiquent tout à fait pour le chauffage central par appartement. La fig. 99 en montre plusieurs dispositions.

Les chaudières Clamond sont construites pour des puissances de 7.000, 10.000, 15.000 et 20.000 calories, répondant à tous les besoins.

Prix de revient du chauffage central par le gaz. — Il est assez difficile d'établir un prix de revient de chauffage, les conditions d'installation et de fonctionnement étant très variables. Le gros facteur est évidemment le prix du gaz ; pour cette application, qui représente toujours une consommation assez importante, plusieurs Compagnies consentent d'ailleurs des prix spéciaux.

Dans la comparaison des prix, il y aura lieu de tenir compte de la moins-value d'installation en raison des faibles diamètres employés et de la facilité du travail, du rendement élevé de la chaudière, 80 0/0 au lieu de 50 0/0 avec les thermo-siphons à anthracite, de la simplicité de la conduite, du peu d'entretien, du peu de nettoyage, de l'absence de provisions de charbons, etc., de la régularité du chauffage et de l'économie réalisée par le régulateur. Le prix brut sera toujours un peu plus élevé qu'avec le charbon, mais ces considérations ont leur valeur et il conviendra d'en faire état.

« Si l'on trouvait, écrit G. Debesson dans *le Chauffage des habitations*, une bonne méthode de chauffage par l'eau chaude, avec un appareil peu encombrant, de petites canalisations, faciles à dissimuler, un faible volume d'eau permettant des variations rapides avec un dispositif laissant la facilité de faire varier la température de l'eau de circulation, le problème du chauffage domestique serait résolu. »

La chaudière Clamond est une solution de ce problème, et, croyons-nous, une bonne solution, une excellente solution même. Aussi peut-on, sans crainte, lui prévoir un essor encore plus brillant si possible, qu'actuellement, basé d'ailleurs sur



la vogue qui s'en est emparée dès ses premières applications pratiques.

Une autre considération à entrevoir dans le chauffage central est celle relative à la *propreté obligatoire*, dans laquelle doivent être tenus les locaux ainsi chauffés ; en effet, la moindre négligence en ce sens entraînerait avec elle une foule d'inconvénients, forcément évités, dans les habitations où le confort ne doit jamais être obtenu au détriment de l'hygiène.

Les miasmes et insectes de toutes sortes trouveraient la vie facile dans une atmosphère de température constamment douce, si une chasse persévérante ne les détruisait pas au fur et à mesure de leur éclosion.

Donc encore, ici une bienfaisante utilité — quelque peu imprévue — se fera sentir pour le bien des heureux tributaires de cet élégant chauffage. — *Intelligenti pauca.* — Inutile d'insister trop longuement.

Depuis quelque temps, la mise en service d'un nombre toujours plus élevé de chaudières à gaz a suggéré à certains fabricants l'idée d'entreprendre l'entretien de ces appareils par abonnement, la clientèle étant assurée, dès lors, d'un fonctionnement absolument régulier pour une somme modique. Ces abonnements ont de suite été très suivis et ont donné la plus grande satisfaction à leurs souscripteurs, témoignant ainsi de leur réelle utilité

